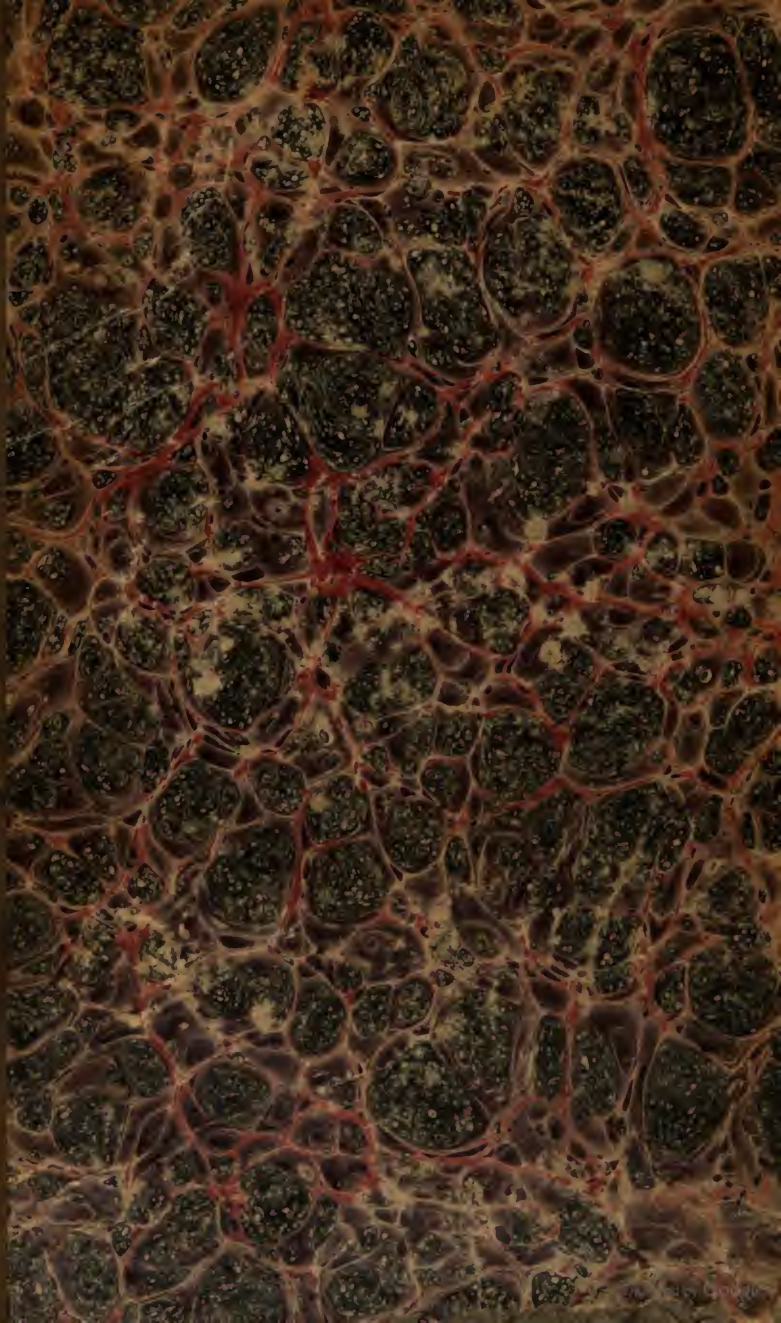

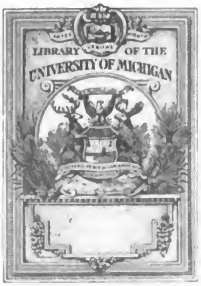

FROM THE LIBRARY OF
Professor Karl Heinrich Rau
OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG
PRESENTED TO THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
BY
Mr. Philo Parsons
OF DETROIT
1871

Digitized by Google

QD
151
.W84
1840

Digitized by Google

Digitized by Google

10872

Grundrifs

PARSONS LIBRARY University of MICHIGAN

der

CHEMIE

von

Dr. F. Wöhler.

ERSTER THEIL.

Unorganische Chemie.

Sechste Auflage.

Berlin,
Verlag von Duncker und Humblot.

1840.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede.

Der vorliegende Grundrifs der unorganischen Chemie, der ursprünglich allein für meine Vorträge entworfen war, scheint auch von Anderen brauchbar befunden worden zu sein. Dies macht es überflüssig, hier zu wiederholen, was in der Vorrede der früheren Ausgaben hinsichtlich des Zwecks dieses kleinen Buches angedeutet wurde. Ich habe daher nur zu bemerken, dafs ich in der gegenwärtigen den Plan des Ganzen unverändert gelassen, und nur solche Aenderungen und Zusätze gemacht habe, die zufolge neuerer Untersuchungen nothwendig geworden waren. Ein zweiter Theil, welcher die organische Chemie enthält, befindet sich bereits im Druck und wird in Kurzem erscheinen.

Göttingen, im Januar 1840.

W.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Verwandtschaft. 1
Eintheilung der Körper. 2

Metalloïde.

1. Sauerstoff. 2
   Oxydation, Oxyde. 3
2. Wasserstoff. 5
   Wasser. 6
3. Stickstoff. 7
4. Schwefel. 7
   Verbindungen. 8
5. Phosphor. 8
   Phosphorwasserstoffgas. 9
6. Chlor. 10
   Verbindungen mit Wasser, mit Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel. 11
   Chlorphosphor. 11
   Bleichung und Räucherungen mit Chlor. 12
7. Brom. 13
8. Jod. 13
9. Fluor. 14
10. Kohlenstoff. 14
   Diamant, Graphit, Anthrazit, Holzkohle, Thierkohle. 15
   Verbindungen mit Sauerstoff. 16
   Verbindungen mit Wasserstoff. 17
      Grubengas. 17
      Oelbildendes Gas. 17
   Cyan. 18
      Schwefel-, Chlor-, Jod-, Brom-Cyan. . . 20
   Chlorkohlenstoff. 20

Digitized by Google

Seite

11. Bor. 21
12. Kiesel. 21
Verbindungen mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor und Fluor. 22

Gewichts-Verhältnisse, nach denen sich die Körper unter einander verbinden. 23
Atomgewichte der einfachen Körper. 24
Chemische Zeichen und Formeln. 29
Atmosphärische Luft. 32
Zusammensetzung. 32
Verbrennen in der Luft. 33
Wasser. 34
Kochen, Verdunsten, Destilliren. 35
Auflösung. 36
Krystallisation. 37

SÄUREN. 38

A. Sauerstoffsäuren und Oxyde. 38
Wasserhaltige Säuren. 39
Sättigungsvermögen der Säuren. 39

Sauerstoffsäuren mit einfachem Radical.

I. Säuren des Schwefels.
Schwefelsäure. 40
Unterschwefelsäure. 42
Schweflige Säure. 43
Unterschweflige Säure. 43

II. Säuren und Oxyde des Stickstoffs.
Salpetersäure. 44
Salpetrige Säure. 46
Stickoxydgas. 47
Stickoxydulgas. 48

III. Säuren des Phosphors.
Phosphorsäure. 48
Phosphorige Säure. 50
Unterphosphorige Säure. 51
Phosphoroxyd. 51

IV. Säuren des Chlors.
Ueberchlorsäure. 52
Chlorsäure. 52
Unterchlorige Säure. 53
$\dot{\dot{C}}l + \dot{\dot{C}}l$. 53

V. Säuren des Broms und Jods. 54

VI. Säuren und Oxyd des Kohlenstoffs.
Kohlensäure. 54
Oxalsäure. 56
Kohlenoxydgas. 57

VII. Borsäure. 58

VIII. Kieselsäure. 58

Digitized by Google

Seite

Sauerstoffsäuren mit zusammengesetztem Radical.

Säuren des Cyans.
Cyansäure. 60
Knallsäure. 61
Cyanursäure. 61
Unlösliche Cyanursäure. 62
B. Sulfide. 63
Wasserstoffsulfid. 63
Kohlensulfid. 65
C. Wasserstoffsäuren. 65
Chlorwasserstoffsäure. 66
Brom- und Jod-Wasserstoffsäure. 68
Fluorwasserstoffsäure. 68
Kieselfluorwasserstoffsäure. 69
Cyanwasserstoffsäure. 69
Schwefelcyanwasserstoffsäure. 70

METALLE.

Allgemeine Eigenschaften. 71
Metalloxyde 71
Metalle und Wasserstoff. 73
Schwefelmetalle. 73
Chlormetalle. 74
Brom-, Jod- und Fluormetalle. 76
Kohlenstoff und Metalle. 76
Cyanmetalle. 76
Legirungen. 76
Salze.
Eintheilung der Salze. 77
1. Haloïdsalze. 77
2. Sauerstoffsalze. 77
Neutrale, saure, basische, Doppel-Salze. . . . 78
Gegenseitige Zersetzung der Salze. 78
Krystallwasser. 79
Hydrate. 80
3. Schwefelsalze. 80
Vorkommen der Metalle. 81
Gewinnung der Metalle. 81
Eintheilung der Metalle. 82

I. Abtheilung. Metalle, deren Oxyde Alkalien und Erden bilden. . . . 83

1. Kalium. 84
Kali. 85
Schwefelkalium. 86
Phosphorkalium. 87
Kaliumsalze. 88
2. Natrium. 91

Digitized by Google

Seite
Natron. 91
Natriumsalze. 92
3. Lithium. 97
4. Ammonium. 97
Ammoniak. 98
Ammoniumsalze. 99
5. Barium. 104
Baryterde. 104
Bariumsuperoxyd. 105
Bariumsalze. 105
6. Strontium. 106
7. Calcium. 107
Kalkerde. 107
Schwefelcalcium. 108
Phosphorcalcium. 109
Calciumsalze. 109
8. Magnesium. 111
Talkerde. 111
Magnesiumsalze. 112
9. Lantanium. 113
10. Aluminium. 114
Thonerde. 114
Schwefelaluminium. 114
Aluminiumsalze. 115
11. Beryllium. 117
12. Yttrium. 117
13. Zirconium. 118
14. Thorium. 118

II. Abtheilung der Metalle.

1. Eisen. 119
Roheisen, Stabeisen, Stahl. 120
Eisenoxyde. 122
Schwefeleisen. 123
Phosphoreisen. 123
Eisensalze. 124
2. Mangan. 127
Oxyde und Säuren. 128
Manganchlorür. 130
3. Cerium. 130
4. Nickel. 131
5. Kobalt. 132
6. Kupfer. 134
Oxyde. 135
Schwefelkupfer. 135
Phosphorkupfer. 136
Kupfersalze. 136
7. Uran. 138
8. Wismuth. 139
9. Blei. 139

Digitized by Google

Seite

Oxyde. 140
Schwefelblei. 141
Bleisalze. 141
10. Zinn. 143
Oxyde. 143
Schwefelzinn. 144
Zinnsalze. 144
Zinnlegirungen. 145
11. Zink. 145
Oxyde. 146
Schwefelzink. 146
Zinklegirungen. 147
12. Kadmium. 147
13. Quecksilber. 148
Oxyde. 148
Schwefelquecksilber. 149
Quecksilbersalze. 149
Amalgame. 151
14. Silber. 152
Oxyde. 153
Schwefelsilber. 153
Silbersalze. 153
Silberlegirungen. 155
15. Platin. 156
Platinchlorid. 157
16. Palladium. 159
17. Iridium. 159
18. Rhodium. 159
19. Osmium. 160
20. Gold. 160
Oxyde. 161
Schwefelgold. 162
Goldchlorid. 162
Goldlegirungen. 162
21. Titan. 163
22. Tantal. 164
23. Wolfram. 164
Oxyd und Säure. 165
Chlorwolfram. 165
24. Molybdän. 166
25. Vanadium. 166
26. Chrom. 167
Chromoxyde und Chromsäure. 167
Chromsaure Salze. 167
Chlorchrom. 169
Fluorchrom. 169
27. Antimon. 170
Antimonoxyd und Säuren. 171
Schwefelantimon. 171
Chlorantimon. 173

Digitized by Google

Seite
28. Tellur. 174
Tellursäuren. 174
Tellurwasserstoff. 174
Tellurkalium. 174
29. Selen. 175
Selenige und Selensäure. 175
Selensaure Salze. 175
30. Arsenik. 176
Arsenige Säure. 176
Arseniksäure. 177
Arseniksaure Salze. 177
Schwefelarsenik. 178
Sulfarseniate. 179
Chlor- und Brom-Arsenik. 179
Arsenikmetalle. 179
Atomgewichts-Tabellen. 181

Digitized by Google

UNORGANISCHE CHEMIE.

Man kennt bis jetzt 55 Stoffe, die durch kein Mittel in andere Bestandtheile zu zerlegen sind. Man nennt sie *Elemente, einfache Stoffe*, und aus ihnen bestehen alle Körper, aus denen unser Planet zusammengesetzt ist, und die sich auf demselben befinden. Die *zusammengesetzten* Stoffe sind also diejenigen, welche sich in diese Elemente zerlegen lassen.

Körper nennt man Alles, was einen gewissen Raum einnimmt, eine gewisse Form besitzt, und schwer ist.

Die Masse eines Körpers kann man sich als aus einer unendlichen Anzahl unendlich kleiner Theilchen bestehend denken. Diese nicht weiter theilbaren Theilchen hat man *Atome* genannt.

Wenn sich ein Körper mit einem andern zu einem zusammengesetzten Körper verbindet, so vereinigt sich ein kleinstes Theilchen oder Atom des einen mit einem oder mehreren kleinsten Theilchen (Atomen) des andern, so dafs ein zusammengesetzter Körper eine unendliche Anzahl zusammengesetzter Atome enthält.

Gleichartige Theile eines Körpers nennt man die einfachen oder zusammengesetzten Atome eines und desselben Körpers; ungleichartige Theile nennt man die Bestandtheile eines zusammengesetzten Körpers.

Die Ursache, dafs sich zwei oder mehrere einfache Atome oder Körper zu einem zusammengesetzten Atom oder Körper vereinigen, und die Kraft, mit welcher sie sich gegenseitig anziehen, nennt man *chemische Verwandtschaft*

Digitized by Google

(Affinität). Sie wirkt nur zwischen den Bestandtheilen oder ungleichartigen Atomen zusammengesetzter Körper.

Eine andere Kraft ist die Zusammenhangskraft, *Cohäsionskraft*, erkennbar an dem Widerstande, den die Körper entgegensetzen, wenn man versucht, die Theilchen derselben durch mechanische Mittel von einander zu trennen, und nur wirksam zwischen den gleichartigen Theilchen der Körper, gleichviel, ob diese einfach oder zusammengesetzt sind. Von dem ungleich starken Grade dieser Kraft bei den Körpern hängt ihre Festigkeit, der tropfbarflüssige und der luft- oder gasförmige Zustand (die Aggregatzustände der Körper) ab.

Die 55 Elemente werden, in Folge ihrer Eigenschaften, in 2 Klassen getheilt; 1) in solche, die keine Metalle sind, *Metalloïde*, und 2) in *Metalle*.

Der Metalloïde sind 12:

1. Sauerstoff.
2. Wasserstoff.
3. Stickstoff.
4. Schwefel.
5. Phosphor.
6. Chlor.
7. Brom.
8. Jod.
9. Fluor.
10. Kohlenstoff.
11. Bor.
12. Kiesel.

Metalloïde.

1. Sauerstoff.

Vorkommen. Von allen Stoffen in der größten Menge. Wenigstens $\frac{1}{3}$ vom Gewicht unserer Erde ist Sauerstoff; im Wasser sind 89, in der Luft 23 Procent dem Gewicht nach enthalten; außerdem wesentlicher Bestandtheil aller Pflanzen- und Thierstoffe.

Eigenschaften. Farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Specifisches Gewicht 1,1026. Ausgezeichnet dadurch, daß brennende Körper darin mit viel stärkerem Glanz, stärkerer Hitze und in viel kürzerer Zeit verbrennen als in gewöhnlicher Luft. — Z. B. ein glimmender Spahn, Kohle, Schwefel, Phosphor, Eisen.

Darstellung. Vorzüglich aus einigen seiner Verbin-

Digitized by Google

dungen mit Metallen (aus Metalloxyden) durch Glühen; z. B. aus Quecksilberoxyd, Braunstein.

Verbindungen. Der Sauerstoff kann sich mit allen übrigen Elementen verbinden. — Wenn ein Körper im Sauerstoffgas verbrennt, so vereinigt er sich mit dem Sauerstoff, nimmt dadurch an Gewicht zu, nämlich um so viel, als das Gewicht des eingesogenen Sauerstoffs beträgt, und diese Vereinigung ist die Ursache der Erscheinung, die man Verbrennen oder Feuer nennt, das heifst die Ursache einer Entwickelung von Wärme und Licht.

Wenn also ein Körper in gewöhnlicher Luft brennt, so vereinigt er sich mit dem Sauerstoff der Luft, der dabei verschwindet. Aber das in gewöhnlicher Luft statt findende Verbrennen oder Feuer ist darum weit weniger glänzend und heftig, weil das Sauerstoffgas in der Luft mit einem grofsen Ueberschufs von einem andern Gas, dem Stickgas, vermischt ist.

Um sich mit Sauerstoff vereinigen zu können, müssen die meisten Körper darin bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden.

Einen mit Sauerstoff verbundenen Körper nennt man ein *Oxyd* oder *oxydirt*. So z. B. ist der beim Verbrennen des Eisens in Sauerstoffgas entstandene schwarze Körper, so wie der beim Glühen des Eisens in der Luft auf demselben entstehende Glühspahn oder Hammerschlag oxydirtes Eisen. Wenn man 100 Theile Eisen durch Glühen in der Luft in Glühspahn verwandelt, so wiegt dieser nachher 139 Theile, das heifst der Sauerstoff, mit dem sich das Eisen verbunden hat, wiegt 39 Theile.

Viele Körper können sich in mehreren Verhältnissen mit dem Sauerstoff verbinden. Z. B. Quecksilber verbindet sich in zwei Verhältnissen mit ihm; einmal nehmen 101 Theile Quecksilber 4 Theile Sauerstoff auf, wodurch ein schwarzer, pulverförmiger Körper entsteht; aber 101 Theile Quecksilber können sich auch mit noch einmal so viel Sauerstoff vereinigen, mit 8 Theilen, und dadurch entsteht das rothe Quecksilberoxyd. Aus 109 Theilen rothem Quecksilberoxyd erhält man also durch Glühen, wodurch die

Digitized by Google

Anziehung zwischen dem Metall und Sauerstoff wieder aufgehoben wird, 101 Theile metallisches Quecksilber und ein Volumen Sauerstoffgas, welches 8 Theile wiegt.

Diese verschiedenen Verbindungs-Verhältnisse nennt man die *Oxydationsstufen* eines Körpers.

Zufolge ihrer Eigenschaften zerfallen die oxydirten Körper in 3 Klassen, in *basische Oxyde* oder *Basen*, in *saure Oxyde* oder *Säuren*, und in *Superoxyde*.

Bei den Basen nennt man die niedrigste Oxydationsstufe *Oxydul*, die höhere *Oxyd*, eine etwa dazwischen liegende *Sesquioxyd*.

Die *Säuren* (Sauerstoffsäuren) sind dadurch ausgezeichnet, dafs sie sich mit den Basen vereinigen zu einer besonderen Art von Körpern, die man *Salze* nennt.

Zum Beispiel wenn sich Schwefel mit Sauerstoff verbindet, so entsteht daraus eine Säure, die Schwefelsäure. Wenn sich Eisen mit der geringsten Menge Sauerstoff verbindet, so entsteht daraus Eisenoxydul. Aber Schwefelsäure und Eisenoxydul können sich wiederum mit einander vereinigen, und daraus entsteht ein Salz, schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol).

Indessen kann ein und derselbe oxydirte Körper in Beziehung auf andere zugleich eine Basis und zugleich eine Säure sein.

Die Metalloïde sind es vorzüglich, welche Säuren bilden, während die Metalle vorzugsweise Basen hervorbringen.

Die *Superoxyde* sind dadurch von den anderen verschieden, dafs sie weder Basen noch Säuren sind, sondern in Berührung mit Säuren oder in höherer Temperatur Sauerstoff verlieren und sich in basische Oxyde verwandeln. Zum Beispiel der Braunstein oder das Mangansuperoxyd.

Der Braunstein besteht aus 100 Theilen Metall und 57,82 Theilen Sauerstoff. Erhitzt man ihn mit Schwefelsäure, so geht die Hälfte des Sauerstoffs als Gas weg, und er verwandelt sich in Oxydul, welches auf 100 Metall nur 28,91 Sauerstoff enthält und mit der Schwefelsäure verbunden bleibt.

Die Sauerstoff-Mengen in den verschiedenen Oxyda-

Digitized by Google

tionsstufen eines Körpers stehen stets zu einander in einem bestimmten, einfachen Verhältnifs, — ein Gesetz, welches nicht allein für den Sauerstoff, sondern auch für die Verbindungen aller übrigen Körper unter sich gilt.

Das Metall Mangan z. B. verbindet sich in fünf verschiedenen Proportionen mit dem Sauerstoff, in denen sich, auf dieselbe Menge Metall, das Gewicht des Sauerstoffs wie $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 3 : 3\frac{1}{2}$ verhält. Diese 5 Oxydationsstufen haben nämlich folgende Zusammensetzung:

	Mangan.	Sauerstoff.
Manganoxydul	= 100 +	28,91
Manganoxyd	= 100 +	43,365
Mangansuperoxyd	= 100 +	57,82
Mangansäure	= 100 +	86,73
Uebermangansäure	= 100 +	101,185.

Das Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft ist zum Leben der Thiere und Pflanzen unbedingt nothwendig. Daher auch sein älterer Name Lebensluft.

Der Sauerstoff ist 1774 gleichzeitig von Priestley und von Scheele entdeckt worden.

2. Wasserstoff.

Vorkommen. Nur in Verbindungen, hauptsächlich im Wasser, welches 11 Procent seines Gewichts enthält. Aufserdem wesentlicher Bestandtheil aller Pflanzen- und Thierstoffe.

Eigenschaften. Farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Der leichteste aller Körper, $14\frac{1}{2}$mal leichter als die Luft, sein specifisches Gewicht ist nämlich 0.0688. Es läfst sich entzünden und verbrennt mit wenig leuchtender Flamme.

Darstellung. Am einfachsten durch Zersetzung des Wassers: *a*) Indem man Wasserdämpfe über glühendes Eisen leitet; *b*) indem man Zink oder Eisen mit einem Gemenge von Wasser und Schwefelsäure übergiefst. In beiden Fällen nimmt das Metall den Sauerstoff des Wassers auf, dessen freiwerdender Wasserstoff als Gas weggeht.

Verbindungen. Der Wasserstoff geht nicht so leicht Ver-

Digitized by Google

bindungen ein, wie der Sauerstoff. Zu den merkwürdigsten Verbindungen, die er hervorbringt, gehört das Wasser.

Das *Wasser* besteht aus Sauerstoff und Wasserstoff. Die Brennbarkeit des Wasserstoffgases beruht darauf, dafs es sich mit dem Sauerstoff der Luft vereinigt und Wasser bildet.

Es verbinden sich genau 2 Maafs Wasserstoffgas mit 1 Maafs Sauerstoffgas zu Wasser.

Da das spec. Gewicht des Wasserstoffgases 0,0688, und das des Sauerstoffgases 1,1026 ist, und sich beide Gase in dem Maafs-Verhältnifs wie 2 : 1 verbinden, so verbinden sich dem Gewichte nach $2 \times 0{,}0688 = 0{,}1376$ Wasserstoff mit 1,1026 Sauerstoff und bilden 1,2402 Wasser, was für 100 Gewichtstheile gibt:

88,91 Sauerstoff,
11,09 Wasserstoff.

Die Vereinigung der beiden Gase zu Wasser ist durch Glühhitze, durch den electrischen Funken und durch schwammiges Platin zu bewirken. Die reinen Gase, in dem Verhältnifs $= 2 : 1$ mit einander gemengt und angezündet, brennen dabei, in Folge der grofsen Ausdehnung des sich bildenden Wasserdampfs, mit starkem Knall (Explosion) ab, daher der Name Knallluft für dieses Gemenge. Diese Verbrennung ist mit einem der höchsten Hitzgrade verbunden, die man hervorbringen kann.

Wasser kann auch dadurch gebildet werden, dafs man gewisse Metalloxyde in Wasserstoffgas erhitzt, und hierdurch läfst sich sowohl die Zusammensetzung des Wassers, als auch die des Metalloxyds genau bestimmen.

Es gibt noch eine zweite Verbindung zwischen Wasserstoff und Sauerstoff, das *Wasserstoffsuperoxyd*, die aus gleichen Maafstheilen beider Gase besteht. Sie ist eine farblose Flüssigkeit von 1,453 spec. Gewicht, die in Berührung mit vielen Stoffen ihr zweites Maafs Sauerstoffgas sehr leicht wieder gasförmig entweichen läfst, und sich in gewöhnliches Wasser verwandelt.

Lavoisier war der erste, welcher das Wasser in seine beiden Bestandtheile zerlegte.

Wegen seiner Leichtigkeit wird das Wasserstoffgas

Digitized by Google

zum Füllen der Luftballons angewendet, und auf seiner Entzündbarkeit beruht die Einrichtung der Wasserstoffgas-Zündmaschinen.

3. Stickstoff.

Vorkommen. Hauptsächlich in der Luft, welche in 100 Volumtheilen 79 Theile Stickgas enthält. Außerdem in vielen Thier- und Pflanzenstoffen.

Eigenschaften. Farbloses Gas, ohne Geruch und Geschmack. Leichter als die Luft, spec. Gewicht = 0,976. Nicht brennbar. Im Stickgas sterben Thiere und verlöscht Feuer, daher sein Name.

Darstellung. Man entzieht der atmosphärischen Luft das Sauerstoffgas durch einen leicht oxydirbaren Körper, z. B. Phosphor oder Wasserstoff, worauf das Stickgas allein zurückbleibt.

Verbindungen. Der Stickstoff verbindet sich mit vielen Körpern, aber mit keinem einzigen auf unmittelbarem Wege; daher auch Stickgas durch keine einzige chemische Eigenschaft von andern Gasen ausgezeichnet ist, und man es nur an dem Mangel dieser Eigenschaften erkennt.

Mit *Sauerstoff* verbindet er sich in vier Verhältnissen: zu Stickoxydul, Stickoxyd, salpetriger Säure und Salpetersäure (s. bei den Säuren).

Mit *Wasserstoff* bildet er das Ammoniak (s. bei den Alkalien).

4. Schwefel.

Vorkommen. Gediegen; in Verbindung mit Metallen, und als Schwefelsäure.

Eigenschaften. Gelb, durchsichtig oder undurchsichtig. Spröde. Krystallform: ein Rhombenoctaëder. Spec. Gewicht 1,98. Schmilzt bei + 111° zur dünnen, gelben Flüssigkeit, wird von + 160° an dickflüssig und braun, und bei + 200° ganz steif und zähe. Bleibt, alsdann in Wasser ausgegossen, einige Zeit lang weich, braun und durchsichtig. — Bei + 316° kocht der geschmolzene Schwefel und verwandelt sich in ein gelbes Gas, welches ungefähr

Digitized by Google

einen 500 mal gröfseren Raum als der feste Schwefel einnimmt. Der Schwefel ist also ein flüchtiger Körper und kann überdestillirt werden. Wenn sich das Schwefelgas mit kalter Luft vermischt, so schlägt sich der Schwefel als ein gelbes Pulver nieder (Schwefelblumen).

Darstellung. Der Schwefel wird in grofser Menge gewonnen, hauptsächlich aus gediegenem Schwefel auf Sicilien und in Polen, durch Ausschmelzen und Destilliren desselben. — Er wird besonders zur Fabrication des Schiefspulvers und der Schwefelsäure gebraucht.

Verbindungen des Schwefels.

Mit *Sauerstoff*, in vier Verhältnissen, welche alle Säuren sind, davon die bekannteste die Schwefelsäure.

In offner Luft bis zum Kochen erhitzt oder mit einem glühenden Körper berührt, entzündet sich der Schwefel und verbrennt mit blauer Flamme. Das Product der Verbrennung ist ein Gas, die schweflige Säure.

Mit *Wasserstoff* verbindet sich der Schwefel zu einem Gas. (Siehe Sulfide)

Die Verbindung des Schwefels mit *Stickstoff* ist ein gelber, durch Stofs explodirender Körper.

Der Schwefel verbindet sich mit den meisten Metallen. Die Vereinigung ist wie beim Sauerstoff häufig von einer Feuer-Entwickelung begleitet. Wie der Sauerstoff, vereinigt sich auch der Schwefel, mehrentheils in verschiedenen Verhältnissen, mit einem und demselben Metall.

Einige Schwefelmetalle verhalten sich ähnlich den Superoxyden; sie geben beim Erhitzen eine Portion ihres Schwefels ab, und verwandeln sich in Schwefelungsstufen mit geringerem Schwefelgehalt. Hierauf beruht die Gewinnung von Schwefel aus Schwefelkies.

5. Phosphor.

Vorkommen. Nur in Verbindung mit Sauerstoff als Phosphorsäure, hauptsächlich in den Knochen, aufserdem in mehreren Mineralien.

Eigenschaften. Farblos oder blafsgelb, durchsichtig,

Digitized by Google

wachsglänzend. Krystallform: Rhomben-Dodecaëder. Spec. Gewicht 1,75. In der Kälte spröde, bei gewöhnlicher Temperatur von Wachs-Consistenz. Schmilzt bei + 35°, kocht bei + 290°, und verwandelt sich in ein farbloses Gas. Er riecht knoblauchartig, raucht in der Luft, leuchtet im Dunkeln und ist sehr leicht entzündlich.

Darstellung. Man destillirt Phosphorsäure mit Kohlenpulver. Die Phosphorsäure hierzu wird aus gebrannten Knochen abgeschieden, wie bei dieser Säure angegeben wird.

Verbindungen. Mit *Sauerstoff* vereinigt sich der Phosphor sehr leicht und bildet damit 3 Säuren. Das Rauchen desselben in der Luft beruht auf seiner Oxydation zu phosphoriger Säure. Die dabei statt findende Lichtentwickelung ist nur im Dunkeln, als ein Leuchten des Phosphors, zu bemerken. Wegen dieser leichten Oxydirbarkeit ist er stets unter Wasser aufzubewahren. — Erhitzt man den Phosphor in der Luft, so entzündet er sich und verbrennt mit stark leuchtender Flamme zu Phosphorsäure, die als weifser Rauch verflüchtigt wird. Diese Entzündung ist schon durch Reiben des Phosphors, oder indem man ihn unvorsichtigerweise zwischen den warmen Fingern hält, oder durch Aufstreuen pulverförmiger Körper, zu bewirken. — Der Phosphor kann also bei zwei verschiedenen Temperaturen verbrennen und dabei ungleiche Mengen von Sauerstoff aufnehmen.

Phosphorwasserstoffgas. Die Vereinigung beider Elemente ist nicht unmittelbar zu bewirken. Am leichtesten erhält man das Phosphorwasserstoffgas durch Erhitzen von Phosphor mit gelöschtem Kalk, dessen Wassergehalt hierbei zersetzt wird. — Farbloses Gas von unangenehmem, knoblauchartigem Geruch. Ausgezeichnet durch die Eigenschaft, sich von selbst an der Luft zu entzünden und zu Phosphorsäure und Wasser zu verbrennen. — Verliert durch längere Aufbewahrung diese Selbstentzündlichkeit, ohne Veränderung seiner Zusammensetzung. Ein nicht selbstentzündliches Gas erhält man stets durch Erhitzen einer concentrirten Auflösung von phosphoriger oder von unterphosphoriger Säure in Wasser, wobei letzteres zersetzt und

Digitized by Google

die Säure in Phosphorsäure umgewandelt wird. Durch einen brennenden Körper ist dieses Gas aber leicht entzündlich. Unter gewissen Umständen kann es wieder selbstentzündlich werden. — Mehrere Metalle, in Phosphorwasserstoffgas erhitzt, entziehen ihm den Phosphor und lassen reines Wasserstoffgas zurück.

Eine Verbindung zwischen *Stickstoff* und Phosphor ist nur auf sehr indirectem Wege zu erhalten. Der Phosphorstickstoff ist ein weifser, geschmack- und geruchloser, schwer oxydirbarer Körper.

Mit *Schwefel* lässt sich der Phosphor in allen Verhältnissen zusammenschmelzen.

Der Phosphor hat nur geringe Anwendung. Er wurde 1669 von Brandt in Hamburg entdeckt.

6. Chlor.

Vorkommen. In beträchtlicher Menge; niemals in freiem Zustande, stets in Verbindung, hauptsächlich mit Natrium als Kochsalz (Steinsalz, Seesalz).

Eigenschaften. Blafs grüngelbes Gas, von eigenthümlichem, erstickendem Geruch, die Athmungswerkzeuge stark angreifend. Spec. Gewicht 2,44. Bis zu $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ seines Volumens zusammengedrückt, verwandelt es sich in eine dunkelgelbe Flüssigkeit, die schwerer als Wasser ist und bei Aufhebung des Drucks wieder gasförmig wird.

Darstellung. Aus Salzsäure (der Verbindung von Chlor mit Wasserstoff) und Braunstein, wobei sich der Sauerstoff des Mangansuperoxyds mit dem Wasserstoff des Chlorwasserstoffs zu Wasser, und das Mangan mit der Hälfte des freiwerdenden Chlors verbindet, während die zweite Hälfte des letzteren als Gas weggeht. — Oder aus einem Gemenge von 3 Theilen Kochsalz, 2 Theilen Braunstein und $2\frac{1}{2}$ Theilen Schwefelsäure, die mit 4 Theilen Wasser verdünnt ist. Das Gas wird über warmem Wasser oder in einer trocknen hohen Flasche, bis auf deren Boden man die Gasröhre führt, aufgefangen. Von Quecksilber wird es absorbirt.

Verbindungen des Chlors.

Chlorwasser. **Wasser löst ungefähr 2 Maafs Chlorgas**

Digitized by Google

auf; blafsgelbe Flüssigkeit, höchst stark nach Chlor riechend, herbe schmeckend, verwandelt sich im Sonnenschein in Chlorwasserstoff, unter Entwickelung von Sauerstoffgas. — Bis zu 0° abgekühlt, setzt das Chlorwasser kleine blafsgelbe Schuppen ab, eine feste Verbindung aus 28 Theilen Chlor mit 72 Theilen Wasser, die sich bei gewöhnlicher Temperatur wieder in Chlorgas und Wasser zersetzt, daher zur Darstellung des tropfbarflüssigen Chlors dienen kann.

Sauerstoff verbindet sich mit dem Chlor in 4 Verhältnissen, wovon 3 Säuren, und die daher bei diesen angeführt sind.

Chlorwasserstoff ist ein farbloses Gas, und entsteht durch unmittelbare Vereinigung der beiden Gase. 1 Maafs Chlorgas verbindet sich mit 1 Maafs Wasserstoffgas zu 2 Maafs Chlorwasserstoffgas, im gewöhnlichen Tageslicht allmählig, im directen Sonnenlicht oder durch den electrischen Funken mit Explosion. Im Dunkeln geht keine Vereinigung vor sich. (Siehe Wasserstoffsäuren.)

Chlorstickstoff. Gelbe, in Wasser unlösliche Flüssigkeit, die darin in ölartigen Tropfen zu Boden sinkt. Ausgezeichnet durch ihre, mit der gefährlichsten Explosion sehr leicht statt findende Zersetzbarkeit in Stickgas und Chlorgas. — Bildet sich nicht durch unmittelbare Berührung der beiden Elemente.

Chlorschwefel. Rothgelbe Flüssigkeit, von unangenehmem, erstickendem Geruch, an der Luft rauchend, flüchtig, schwerer als Wasser, womit er sich in Chlorwasserstoff, schweflige Säure und Schwefel zersetzt. Löst in der Wärme viel Schwefel auf, beim Erkalten daraus in grofsen Krystallen anschiefsend. — Entsteht, wenn Schwefel in Chlorgas erwärmt wird.

Chlorphosphor. Der Phosphor entzündet sich im Chlorgas, und kann sich mit demselben in zwei Verhältnissen verbinden. Die eine Verbindung, die mit dem geringsten Chlorgehalt, ist eine wasserklare, stark rauchende, sehr flüchtige Flüssigkeit, und entsteht, wenn ein Ueberschufs von Phosphor in Chlorgas erwärmt wird. — Der Chlorphosphor mit dem gröfsten Chlorgehalt ist ein fester, wei-

Digitized by Google

ſser, krystallinischer Körper, ebenfalls sehr flüchtig und in der Luft stark rauchend; entsteht, wenn man in den flüssigen bis zur Sättigung Chlorgas leitet.

Beide Verbindungen zersetzen sich unter starker Erhitzung mit Wasser; die flüssige in Chlorwasserstoffsäure und phosphorige Säure; die feste in Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure. — Wenn man die Zusammensetzung des Chlorphosphors, des Wassers und des Chlorwasserstoffs kennt, so kann man daraus die Zusammensetzung der beiden Phosphorsäuren berechnen. Der flüssige Chlorphosphor enthält auf 100 Theile Phosphor 338,49 Chlor, der feste dagegen auf 100 Theile Phosphor 564,1 Chlor. Die Chlormengen verhalten sich also in beiden = 3 : 5.

Das Chlor vereinigt sich aufserdem mit allen übrigen Elementen, namentlich mit den Metallen, und mit diesen häufig mit gröfserer Verwandtschaft als der Sauerstoff, wie aus der, bei gewöhnlicher Temperatur erfolgenden, Entzündung mehrerer Metalle in Chlorgas hervorgeht (z. B. Antimon). In Chlorgas geglüht, verlieren viele Metalloxyde ihren Sauerstoff und verwandeln sich in Chlormetalle.

Das Chlor hat die Eigenschaft, die meisten Thier- und Pflanzenstoffe in ihrer Zusammensetzung zu verändern, und daher die Pflanzenfarben, die riechenden Materien, die sich von faulenden organischen Stoffen entwickeln, und die, bei gewissen Krankheiten sich erzeugenden Ansteckungsstoffe zu zerstören. Hierauf beruht die sehr wichtige Anwendung, sowohl des gasförmigen Chlors, als auch des Chlorwassers, und besonders des sogenannten Chlorkalks, zum Bleichen der Zeuge, und zum Zerstören fauler Gerüche und ansteckender Krankheitsstoffe. Die Ursache dieser Wirkung ist die grofse Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, den es dabei jenen organischen Stoffen entzieht.

Das Chlor ist 1774 von Scheele entdeckt worden; weil man es für einen zusammengesetzten Körper hielt, wurde es früher oxydirte Salzsäure genannt.

Digitized by Google

7. Brom.

Vorkommen. Nur in geringer Menge und stets gebunden; immer in Begleitung von Chlorverbindungen, im Meerwasser und im Wasser von Salzquellen; in der gröfsten Menge bis jetzt in der Salzsoole bei Kreuznach und im Wasser des todten Meeres.

Eigenschaften. Schwarze Flüssigkeit, in dünnen Schichten hyacinthroth; von höchst durchdringendem Geruch, ähnlich dem vom Chlor; die Haut gelb färbend und zerstörend; fast dreimal schwerer als Wasser; wird bei — 25° fest, verflüchtigt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr leicht als tief rothgelbes Gas, und kocht schon bei +47°. In Wasser nur wenig löslich, mit rothgelber Farbe.

Darstellung. Ganz so wie Chlor.

Verbindungen. In seinem Verhalten zu den anderen Körpern hält das Brom mit dem Chlor so gleichen Schritt, dafs alles von diesem Gesagte auch auf jenes anwendbar ist. Die meisten Bromverbindungen sind in ihren Eigenschaften den entsprechenden Chlorverbindungen so ähnlich, dafs sie nur schwer davon zu unterscheiden sind. Es wird übrigens vom Chlor aus seinen Verbindungen ausgetrieben.

Das Brom ist 1827 von Balard im Wasser des Mittelländischen Meeres entdeckt worden. Es ist bis jetzt ohne Anwendung.

8. Jod.

Vorkommen. Nur in geringer Menge; niemals in freiem Zustande, meist in Begleitung von Chlor, im Meerwasser, in Seepflanzen (Fucusarten), Seethieren (Badeschwamm) im Steinsalz, in Salzsoolen und Mineralquellen.

Eigenschaften. Fester Körper, grauschwarz, halb metallisch glänzend, ähnlich dem Graphit; leicht krystallisirend; leicht zerreiblich; riecht sehr ähnlich dem Chlor, schmeckt scharf und ist giftig; färbt die Haut bräunlichgelb; verflüchtigt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur. Schmilzt bei +107°, kömmt bei noch höherer Temperatur in's Kochen, und verwandelt sich in ein schön violettes Gas, welches sich bei der Abkühlung zu glänzenden

Digitized by Google

Krystallen verdichtet. Das spec. Gewicht des festen Jods ist 4,948. Es ist in Wasser sehr wenig löslich.

Darstellung. Aehnlich der des Chlors.

Verbindungen. Ihre Bildung und ihre Eigenschaften höchst ähnlich denen des Chlors und Broms. Der *Jodstickstoff* ist ein schwarzes Pulver, welches bei der leisesten Berührung mit starkem Knall explodirt.

Das Jod hat die Eigenschaft, die Stärke blau zu färben, und dadurch kann die Gegenwart unendlich kleiner Mengen Jods entdeckt werden.

Das Jod ist 1811 von Courtois entdeckt worden. Es hat nur geringe Anwendung, hauptsächlich in der Heilkunde.

9. Fluor.

Vorkommen. Im Flufsspath, einer Verbindung von Fluor mit Calcium, und einigen anderen seltneren Mineralien.

Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, das Fluor aus seinen Verbindungen abzuscheiden; seine Eigenschaften im isolirten Zustande sind also noch unbekannt.

In seinen Verbindungen verhält sich das Fluor dem Chlor höchst ähnlich. Es hat noch stärkere Verwandtschaften als das Chlor, da es von diesem nicht aus seinen Verbindungen ausgetrieben wird. Es verbindet sich mit den meisten Metallen; allein unter den vorhergehenden Metalloïden kennt man nur seine Verbindung mit Wasserstoff genau. (Siehe Wasserstoffsäuren.)

10. Kohlenstoff.

Vorkommen. Rein, als Diamant und als Graphit; weniger rein als Anthrazit; ferner als Kohlensäure und als wesentlicher Bestandtheil aller organischer Körper.

Eigenschaften. Der Kohlenstoff bietet sich uns, bei gleicher chemischer Natur, unter sehr verschiedenen äufseren Eigenschaften dar. Unter jeder Form ist er ein fester, geruch- und geschmackloser Körper, ausgezeichnet durch die vollkommenste Feuerbeständigkeit und Unschmelzbarkeit.

1. *Diamant.* Er ist Kohlenstoff in vollkommen rei-

Digitized by Google

nem und dabei krystallisirtem Zustande. Seine Form ein Octaëder, nach dessen Flächen er spaltbar ist; von eigenthümlichem, ausgezeichnetem Glanz; vollkommen farblos und durchsichtig, zuweilen auch gefärbt. Specifisches Gewicht 3,5. Der härteste aller Körper. Nichtleiter der Electricität. Läfst sich in Sauerstoffgas entzünden, und verbrennt ohne Rückstand zu Kohlensäure. — Vorkommen: Hindostan (Golcondah), Insel Borneo, Brasilien und Sibirien, theils eingewachsen in Conglomerat, theils lose im Schuttlande und im Sande der Flüsse.

2. *Graphit*, Reifsblei. Ebenfalls reiner Kohlenstoff, zuweilen eisenhaltig. Findet sich natürlich im Urgebirge, und bildet sich künstlich beim Eisenschmelzen. Grauschwarz, metallisch glänzend, völlig undurchsichtig, theils dicht, abfärbend und schreibend, theils glimmerartig blätterig. Specifisches Gewicht 2,5. Leitet die Electricität. In Sauerstoffgas entzündlich und verbrennbar.

3. *Anthrazit.* Eine fossile Kohle, ähnlich der Steinkohle, schwarz, halb metallglänzend, undurchsichtig, von 1,8 spec. Gewicht und verschiedener Textur. Schwer verbrennlich. Hinterläfst beim Verbrennen erdige Asche.

4. *Vegetabilische Kohle.* Alle Pflanzenstoffe werden in der Glühhitze zerstört, und der gröfste Theil ihres Kohlenstoffgehalts bleibt, bei Ausschlufs der Luft, als vegetabilische Kohle zurück. So die gewöhnliche *Holzkohle*, erhalten durch Verkohlung des Holzes in Meilern oder eigenen Oefen; die *Coaks*, erhalten durch Destillation der Steinkohlen.

Die äufsere Beschaffenheit der vegetabilischen Kohle ist sehr verschieden und hängt von der Natur des Pflanzenstoffs ab, woraus sie entstand. Steinkohle, hartes und weiches Holz, Zucker, liefern alle verschieden aussehende Kohle, bei wesentlich gleicher innerer Natur. Immer ist die vegetabilische Kohle schwarz und undurchsichtig, meist glänzend und porös. Als gewöhnliche Holzkohle schlechter Wärmeleiter, dagegen Leiter für die Electricität.

In Folge ihrer Porosität hat sie die Eigenschaft, gasförmige Körper zu absorbiren, und besonders von gewissen Gasen das Vielfache ihres Volumens in sich zu verdichten.

Digitized by Google

Sie hat ferner die Eigenthümlichkeit, viele Stoffe der verschiedensten Natur aus ihren Auflösungen auf sich niederzuschlagen, so namentlich gefärbte und riechende Stoffe organischen Ursprungs; daher ihre Anwendung zur Entfärbung von Flüssigkeiten, zur Wegnahme des Geschmacks von faulem Wasser, zur Conservation von Fleisch etc.

Die Kohle ist von sehr ungleicher Brennbarkeit, je nach dem ungleichen Grade ihrer Dichtigkeit. Gröfsere Massen sehr feinen Kohlenpulvers können sich sogar von selbst entzünden, in Folge jener Eigenschaft, Luft und Wassergas einzusaugen. — Hinterläfst beim Verbrennen fremde Bestandtheile als Asche.

5. *Thierische Kohle* entsteht durch Verkohlung von Thierstoffen. Meist von geschmolzenem Ansehen und glänzend, schwerer verbrennbar als Holzkohle. Von dieser hauptsächlich verschieden durch einen Gehalt an Stickstoff.

Besitzt in noch höherem Grade, als die Pflanzenkohle, die Eigenschaft, aufgelöste Stoffe zu fällen, daher ihre bedeutende Anwendung als *Beinschwarz* (schwarz gebrannte und gepulverte Knochen) zur Reinigung und Entfärbung des Zuckersyrups.

Verbindungen des Kohlenstoffs.

Mit dem *Sauerstoff* vereinigt sich der Kohlenstoff in mehreren Verhältnissen, und in der Glühhitze hat er zu ihm eine gröfsere Verwandtschaft, als die meisten übrigen Stoffe; darum dient die Kohle zur Reduction der Metalloxyde. Mit der geringsten Menge Sauerstoff bildet der Kohlenstoff das Kohlenoxydgas, und mit der gröfsten Menge oder doppelt so viel Sauerstoff die Kohlensäure, ebenfalls ein Gas, die beim Verbrennen der Kohle in der Luft oder in Sauerstoffgas entsteht. Indem sich 1 Maafs Sauerstoffgas, durch Verbrennen von Kohle darin, in Kohlensäuregas verwandelt, verändert es seinen Umfang nicht, wodurch sich die Zusammensetzung der Kohlensäure dem Gewichte nach leicht bestimmen läfst. Dem Volumen nach besteht das Kohlensäuregas aus 2 Volumen Sauerstoffgas und 1 Volumen Kohlenstoffgas, verdichtet zu 2 Volumen.

Ver-

Digitized by Google

Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff.

Der Kohlenstoff geht mit dem Wasserstoff sehr viele Verbindungen ein, und bildet damit feste, flüssige und gasförmige Körper. Nur zwei davon werden hier beschrieben; die anderen gehören, zufolge ihrer eigenthümlichen Zusammensetzungsweise, zu einer anderen Gruppe von Verbindungen, sie gehören in das Gebiet der organischen Chemie.

1. *Grubengas.* Kohlenwasserstoffgas mit der geringsten Menge Kohlenstoff. Farbloses, nur schwach riechendes Gas, leichter als Luft, brennbar mit wenig leuchtender Flamme. 1 Maafs dieses Gases braucht zum Verbrennen 2 Maafs Sauerstoffgas, und bildet mit dem 1 Maafs desselben Wasser, mit dem anderen 1 Maafs Kohlensäuregas. 1 Volumen dieses Gases besteht also aus $\frac{1}{2}$ Volumen Kohlengas und 2 Volumen Wasserstoffgas. Diese Verbrennung geschieht mit Explosion. — Dieses Gas wird nicht von Wasser aufgenommen, und geht überhaupt sonst keine Verbindung ein. Findet sich fertig gebildet in Steinkohlengruben (schlagende Wetter), entwickelt sich durch die Verwesung von Pflanzenstoffen in Sümpfen, und bildet sich bei der trocknen Destillation organischer Stoffe.

2. *Oelbildendes Gas.* Dieses Gas, merkwürdig wegen seiner Anwendung zur Gasbeleuchtung, wird zu diesem Endzweck durch Destillation der Steinkohlen erhalten; ferner wird es gebildet durch Erhitzen eines Gemenges von 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure mit 1 Theil Alkohol. Der Alkohol ist so zusammengesetzt, dafs man ihn als eine Verbindung von diesem Kohlenwasserstoff mit Wasser betrachten kann.

Farbloses Gas, von eigenthümlichem Geruch, fast so schwer wie die Luft (0,98 spec. Gewicht), verbrennt mit hellleuchtender Flamme, daher seine Anwendung. 1 Maafs dieses Gases braucht zum Verbrennen 3 Maafs Sauerstoffgas, und giebt damit 2 Maafs Kohlensäuregas und Wasser. Der Wasserstoff ist also in diesem Gas mit doppelt so viel Kohlenstoff, wie im vorigen, verbunden, oder 1 Volumen dieses Gases besteht aus 1 Volumen Kohlengas und 2 Volumen Wasserstoffgas, oder dem Gewicht nach aus 85,84 Theilen

Digitized by Google

Kohlenstoff und 14,16 Theilen Wasserstoff. Diese Verbrennung der reinen Gase ist mit einer so heftigen Explosion verbunden, dafs sie von den wenigsten Gefäfsen ausgehalten wird. Durch eine glühende Röhre geleitet, wird dieses Gas in sich absetzende Kohle, und in ein doppeltes Volumen reines Wasserstoffgas zerlegt.

Der Name ölbildendes Gas daher, weil sich dieses Kohlenwasserstoffgas mit einem gleichen Volumen Chlorgas zu einer ölartigen, farblosen, in Wasser untersinkenden Flüssigkeit, dem *Chloräther*, verbindet. Aehnliche Verbindungen bilden damit Brom und Jod. Die mit letzterem ist ein fester, farbloser, krystallisirender Körper. Alle entstehen durch unmittelbare Vereinigung bei gewöhnlicher Temperatur.

Zum Behuf der Gaserleuchtung wird das Kohlenwasserstoffgas durch Glühen von Steinkohlen in gufseisernen Cylindern entwickelt. Nachdem es in den ersten grofsen Ableitungsgefäfsen viel Theer abgesetzt hat, wird es zur weiteren Reinigung durch mit Wasser angerührten gelöschten Kalk, und von da in die grofsen Gasbehälter geleitet, von wo aus es in die allgemeinen Gasleitungsröhren gedrückt, und darin bis dahin geleitet wird, wo es zum Leuchten dienen soll. Dieses Steinkohlengas ist niemals reines ölbildendes Gas, sondern enthält stets mehr oder weniger Grubengas. Eine andere vortheilhafte Bereitungsweise zur Gasbeleuchtung besteht darin, dafs man Harz oder Fett, besonders flüssiges Oel, in verschlossene glühende Cylinder von Gufseisen tropfen läfst.

Kohlenstoff und Stickstoff.

Beide Stoffe lassen sich auf keine Weise direct mit einander verbinden, aber auf Umwegen kann eine sehr merkwürdige Verbindung zwischen beiden hervorgebracht werden. Sie ist ein Gas; wegen ihrer Eigenschaft, in Verbindung mit Eisen eine schöne, blaue Farbe, das Berlinerblau, zu bilden, hat man sie *Cyan* genannt.

Darstellung. Das Cyangas erhält man durch Erhitzen von Cyanquecksilber, welches sich dabei ähnlich wie das Quecksilberoxyd verhält, und in Quecksilber und Cyangas zerlegt wird.

Digitized by Google

Zur Bildung des Cyans dient als erstes Material die stickstoffhaltige, thierische Kohle. Sie wird mit Pottasche geglüht; dabei vereinigen sich Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältnifs, worin sie Cyan bilden, und dieses tritt nun in Verbindung mit dem Kalium in der Pottasche. Das Cyankalium wird hierauf mit Wasser aufgelöst. Durch Vermischung der Auflösung mit einem Eisensalz wird das Cyan auf das Eisen des letzteren übertragen, und schlägt sich als Cyaneisen (Berlinerblau) nieder. Aus diesem läfst sich das Cyan nicht in freier Gestalt abscheiden. Man überträgt es daher erst wieder auf Quecksilber, indem man das Berlinerblau mit Quecksilberoxyd und Wasser kocht. Hierdurch entsteht unlösliches Eisenoxyd und auflösliches Cyanquecksilber, welches in farblosen Krystallen anschiefst.

Eigenschaften. Farbloses Gas, von ganz eigenthümlichem, höchst durchdringendem Geruch und 1,8187 spec. Gewicht; zu etwa $\frac{1}{4}$ zusammengedrückt, oder bis zu — 18° abgekühlt, bildet es eine farblose Flüssigkeit. Wasser löst $4\frac{1}{2}$ Maafs Cyangas auf, und nimmt dadurch seinen Geruch und stechenden Geschmack an. Ueber glühendes Eisen geleitet, wird es zersetzt, in Stickgas und in sich absetzende Kohle. Ueber glühendes Kupferoxyd geleitet, liefert es, unter Reduction des Kupfers, ein Gasgemenge, welches aus 2 Volumen Kohlensäuregas und 1 Volumen Stickgas besteht. Das Cyangas ist entzündlich und verbrennt mit purpurrother Flamme. 1 Maafs Cyangas braucht zur Verbrennung 2 Maafs Sauerstoffgas, und giebt dabei 3 Maafs Gas, welches aus 2 Maafs Kohlensäuregas und 1 Maafs Stickgas besteht. 1 Volumen Cyangas besteht also aus 1 Volumen Kohlengas und 1 Volumen Stickgas. Dem Gewichte nach besteht das Cyan in 100 Theilen aus 45,94 Kohlenstoff und 54,06 Stickstoff.

Verbindungen des Cyans. In seinen Verbindungs-Verhältnissen ist das Cyan dadurch ausgezeichnet, dafs es, obgleich ein zusammengesetzter Körper, sich zu den übrigen Stoffen wie ein einfacher, und dem Chlor ganz analoger Körper verhält.

Mit dem Sauerstoff bildet das Cyan 2 Säuren, die Cyansäure und die Knallsäure.

Digitized by Google

Mit dem Wasserstoff bildet es die Cyanwasserstoffsäure, bekannt als eines der stärksten Gifte, unter dem Namen Blausäure.

Schwefelcyan. Gelber, pulverförmiger Körper.

Chlorcyan. Diese Verbindung gehört zu denjenigen Körpern, welche, bei gleicher Zusammensetzung, unter zwei verschiedenen Formen bestehen können. Läfst man Cyanquecksilber in einem Gefäfse voll Chlorgas liegen, so entsteht Chlorquecksilber und Chlorcyan, welches ein farbloses Gas ist, von unerträglich heftigem, die Augen stark angreifendem Geruch. Bei —18° verdichtet es sich zu farblosen Krystallen; bei —15° schmelzen diese zu einer Flüssigkeit, die schon bei —12° siedet. Von Wasser wird dieses Gas in Menge aufgelöst, ohne zersetzt zu werden.

Schüttet man Cyanwasserstoffsäure in ein Gefäfs voll Chlorgas, und setzt dasselbe dem Sonnenschein aus, so entsteht Chlorwasserstoffgas und Chlorcyan, welches ein fester, in Nadeln krystallisirender Körper ist, der einen scharfen, mäuseartigen Geruch besitzt. Schmilzt bei +140° und sublimirt sich bei +190°. Wird von kochendem Wasser zersetzt (s. Cyanursäure). — Beide Arten des Chlorcyans bestehen aus gleichen Volumen Chlorgas und Cyangas.

Bromcyan. Farblose, flüchtige, heftig riechende Krystalle.

Jodcyan. Feine, weifse, seidenglänzende Nadeln, von sehr heftigem Geruch; sehr flüchtig.

Das Cyan verbindet sich ferner mit den meisten Metallen. Fast alle seine Verbindungen sind durch das wissenschaftliche Interesse, welches sie darbieten, und mehrere auch durch die nützlichen Anwendungen, welche man davon macht, merkwürdig geworden. Das Cyan wurde 1815 von Gay-Lussac entdeckt.

Schwefelkohlenstoff. Siehe Sulfide.

Chlorkohlenstoff. Chlor kann sich in mehreren Proportionen mit Kohlenstoff vereinigen, aber keine dieser Verbindungen ist direct darzustellen. Chlor ist z. B. durch-

Digitized by Google

aus ohne Wirkung auf weifsglühende Kohle. Leitet man aber Chlorgas durch erhitzten Chloräther (die Verbindung von Chlor mit ölbildendem Gas, Seite 18.), oder stellt man eine Flasche voll Chlorgas, worin sich Chloräther befindet, in den Sonnenschein, so bildet sich Chlorwasserstoffgas, und der Chloräther verwandelt sich in eine weifse, krystallinische Substanz. Diese ist Chlorkohlenstoff mit dem gröfsten Chlorgehalt. Er ist in Wasser unlöslich, besitzt einen campherartigen Geruch, ist leicht schmelzbar und sehr flüchtig. Leitet man seinen Dampf durch eine glühende Röhre, so erhält man Chlorgas und eine farblose, sehr flüchtige Flüssigkeit, die ein anderer Chlorkohlenstoff ist und $\frac{1}{3}$ weniger Chlor enthält, als der feste.

Brom und *Jod* bilden, auf ähnliche Weise, mit dem Kohlenstoff ähnliche Verbindungen. — Ein *Fluorkohlenstoff* ist noch nicht bekannt.

11. Bor.

Vorkommen. Nur oxydirt und sparsam, im Mineralreich.

Eigenschaften. Bis jetzt nur in Gestalt eines dunkel grünlich-braunen Pulvers bekannt; geschmack- und geruchlos, nicht flüchtig und nicht schmelzbar.

Verbindungen. Nur wenige bekannt; die merkwürdigste, die mit Sauerstoff: die *Borsäure* oder Boraxsäure, welche durch Verbrennung des Bors entsteht, und, fertig gebildet, in der gröfsten Menge im Borax vorkommt; aufserdem noch in einigen Mineralien, und ungebunden in einigen vulkanischen Gegenden.

12. Kiesel.

Vorkommen. Nur oxydirt als Kieselerde; macht einen Bestandtheil eines grofsen Theils der Steine aus, und ist, nächst dem Sauerstoff, der auf der Erde in der gröfsten Menge vorkommende Körper.

Eigenschaften. Bis jetzt nur als braunes, glanzloses Pulver bekannt, unschmelzbar; im geglühten Zustande in keiner Säure löslich, und beim Erhitzen unverbrennlich.

Digitized by Google

Die *Kieselerde* ist die einzige Oxydationsstufe des Kiesels; sie entsteht durch Oxydation des Kiesels, und findet sich natürlich, rein und krystallisirt als Bergkrystall. Sie ist eine Säure, daher das Nähere bei diesen.

Schwefelkiesel. Fester, weifser Körper, in Wasser sogleich in gallertartige Kieselerde und entweichendes Schwefelwasserstoffgas sich verwandelnd.

Chlorkiesel. Farblose, dünne, rauchende, sehr flüchtige Flüssigkeit. Zersetzt sich mit Wasser in Kieselerde und Chlorwasserstoffsäure. Entsteht direct, und durch Glühen eines Gemenges von gepulvertem Quarz mit Kohle in Chlorgas.

Fluorkiesel. Farbloses, an der Luft rauchendes Gas, von erstickendem sauren Geruch und 3,574 spec. Gewicht. Wird von Wasser in aufserordentlicher Menge aufgenommen, aber unter Zersetzung.

Das Fluorkieselgas entwickelt sich leicht aus einem Gemenge von gleichen Theilen reinem Sand und Flufsspathpulver mit 6 Theilen concentrirter Schwefelsäure.

Kalium, in Fluorkieselgas erhitzt, verbrennt darin unter Bildung von Fluorkalium und Abscheidung von pulverförmigem Kiesel, — die Art, wie man den Kiesel darstellt, da es bis jetzt nicht gelungen ist, ihn unmittelbar aus der Kieselerde abzuscheiden.

Die Darstellung des Kiesels wurde 1824 von Berzelius entdeckt.

Digitized by Google

Von den Gewichts-Verhältnissen, nach denen sich die Körper unter einander verbinden.

Man drückt die Zusammensetzung einer Verbindung gewöhnlich so aus, dafs die Menge der Bestandtheile zusammen 100 ausmacht, z. B.

Chlorwasserstoff.		Kohlenoxyd.	
Chlor	97,26	Kohlenstoff	43,32
Wasserstoff	2,74	Sauerstoff	56,68
	100,00.		100,00.

Wenn man die Zahlen, welche die Zusammensetzung des Chlorwasserstoffs ausdrücken, durch 2,74 dividirt, so erleidet das Zusammensetzungs-Verhältnifs durchaus keine Aenderung; man kann daher eben so gut sagen: der Chlorwasserstoff besteht aus 1 Wasserstoff und 35,4 Chlor. Eben so erhält man beim Kohlenoxydgas, wenn man den Sauerstoff und Kohlenstoff mit 56,68, als der Sauerstoffmenge in 100 Theilen, dividirt, das Verhältnifs von 1 Sauerstoff auf 0,76 Kohlenstoff.

Wenn man nun auf diese Weise die Verbindungen eines Körpers, z. B. des Sauerstoffs, mit allen übrigen in der Art vereinfacht, dafs die Gewichtsmenge dieses einen Körpers stets durch 1 oder 100 ausgedrückt wird, so stellt sich ein sehr merkwürdiges Verhältnifs heraus. Die Zahlen nämlich, welche man für die anderen Körper erhält, drücken nicht blofs das Verhältnifs aus, in welchem sie sich mit dem *einen* Körper, z. B. dem Sauerstoff, verbinden, sondern sie drücken, wenn die Körper unter sich Verbindungen eingehen, auch genau die Gewichts-Verhältnisse aus, in denen sie sich vereinigen; was jedoch nicht immer in dem einfachen Verhältnifs jener Zahlen, sondern oft auch in dem Verhältnifs wie $1 : 1\frac{1}{2}$ (oder 2 : 3), 1 : 2, 1 : 3 u. s. w., statt finden kann.

Digitized by Google

Auf eine ähnliche Weise sind für die einfachen Stoffe die folgenden Zahlen gefunden worden:

1.	Sauerstoff	100,000	29.	Kobalt	368,991
2.	Wasserstoff	6,2398	30.	Nickel	369,675
3.	Stickstoff	88,518	31.	Zink	403,226
4.	Schwefel	201,165	32.	Kadmium	696,767
5.	Phosphor	196,143	33.	Blei	1294,498
6.	Chlor	221,325	34.	Zinn	735,296
7.	Brom	489,153	35.	Wismuth	886,920
8.	Jod	789,750	36.	Kupfer	395,695
9.	Fluor	116,900	37.	Uran	2711,358
10.	Kohlenstoff	76,438	38.	Quecksilber	1265,822
11.	Bor	136,204	39.	Silber	1351,607
12.	Kiesel	277,312	40.	Palladium	665,899
13.	Kalium	489,916	41.	Rhodium	651,387
14.	Natrium	290,897	42.	Iridium	1233,499
15.	Lithium	80,375	43.	Platin	1233,499
16.	Barium	856,880	44.	Gold	1243,013
17.	Strontium	547,285	45.	Osmium	1244,487
18.	Calcium	256,019	46.	Titan	303,662
19.	Magnesium	158,353	47.	Tantal	1153,715
20.	Lantanium	?	48.	Wolfram	1183,000
21.	Aluminium	171,166	49.	Molybdän	598,520
22.	Beryllium	331,261	50.	Vanadium	855,840
23.	Yttrium	402,514	51.	Chrom	351,815
24.	Zirconium	420,201	52.	Antimon	806,452
25.	Thorium	744,900	53.	Tellur	801,760
26.	Cerium	574,796	54.	Arsenik	470,042
27.	Mangan	345,887	55.	Selen	494,583
28.	Eisen	339,205			

Wenn sich also z. B. Silber mit Schwefel vereinigt, so verbinden sich genau 201 Theile (Lothe, Pfunde) Schwefel mit 1351 Theilen Silber. Jeder Ueberschufs von Schwefel oder Silber würde nicht in die Verbindung eingehen. Eisen dagegen kann sich mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen verbinden, zu Eisenoxydul und zu Eisenoxyd. Das Oxydul ist nach dem Verhältnifs der obigen Zahlen zusammengesetzt (339+100); im Oxyd aber nimmt das Ei-

Digitized by Google

sen die 1½fache Menge Sauerstoff auf, also 339 Eisen + 150 Sauerstoff.

Diese bestimmte Beziehung, in welcher die Gewichte der Körper, die sich vereinigen, zu einander stehen, bietet ein sehr bequemes Mittel dar, die Zusammensetzung eines aus zweien oder mehreren Elementen bestehenden Körpers auf eine sehr kurze und einfache Art auszudrücken. Man bezeichnet nämlich die obigen Zahlen der Elemente mit dem Ausdruck *Atome*, oder auch Mischungsgewichte, Aequivalente. Statt zu sagen, das Kohlenoxydgas besteht aus 43,32 Kohlenstoff und 56,68 Sauerstoff, läfst sich die Zusammensetzung viel kürzer ausdrücken, dafs man sagt, es besteht aus 1 Atom Kohlenstoff und 1 Atom Sauerstoff. Unter 1 Atom Kohlenstoff versteht man aber (siehe die Zahlen-Tabelle) eine Gewichtsmenge = 76, und unter 1 Atom Sauerstoff eine Gewichtsmenge = 100. — 176 Gewichtstheile Kohlenoxydgas bestehen also aus 76 Theilen Kohlenstoff und 100 Theilen Sauerstoff, und 176 drückt die Atomzahl des Kohlenoxydgases aus, so wie im Allgemeinen das Atomgewicht eines zusammengesetzten Körpers durch Addition der Atomgewichte der Bestandtheile erhalten wird.

Z. B. die Kohlensäure besteht aus:

1 Atom Kohlenstoff	= 76
2 Atomen Sauerstoff	= 200
Atomgewicht der Kohlensäure	= 276.
Das Bleioxyd besteht aus:	
1 Atom Blei	= 1294
1 Atom Sauerstoff	= 100
Atomgewicht des Bleioxyds	= 1394.
Das Kohlensäure-Atom hinzu addirt	= 276 giebt
das Atom des kohlensauren Bleioxyds	= 1670.

In 1670 Theilen kohlensaurem Bleioxyd sind also enthalten 1394 Theile Bleioxyd (oder 1294 Theile metallisches Blei) und 276 Theile Kohlensäure, oder 76 Theile Kohlstoff, und im Ganzen 300 Theile Sauerstoff.

Wenn sich ein Körper mit Sauerstoff in mehreren Verhältnissen verbindet, so ist, wie schon früher angedeutet wurde, die Sauerstoffmenge in der zweiten Verbindung

Digitized by Google

anderthalbmal oder doppelt so grofs, in der dritten dreimal so grofs u. s. w., als in der ersten Verbindungsstufe, oder die Sauerstoffmengen verhalten sich zu einander wie $1 : 1\frac{1}{2} : 2 : 3 : 4$; das heifst, es ist dann verbunden 1 Atom des einen Körpers mit 1, $1\frac{1}{2}$ (oder 2 mit 3), 2, 3, 4 Atomen Sauerstoff u. s. w.

Z. B das Kohlenoxydgas besteht aus:

1 Atom Kohlenstoff	=	76
1 Atom Sauerstoff	=	100
		176.

Die Kohlensäure aber enthält doppelt so viel Sauerstoff und besteht daher aus:

1 Atom Kohlenstoff		=	76
2 Atomen Sauerstoff	= 2 × 100	=	200
			276.

Der Schwefel hat 4 Oxydationsstufen, in denen sich die Sauerstoffmengen verhalten wie $1 : 2 : 2\frac{1}{2} : 3$ oder wie $2 : 4 : 5 : 6$.

Die unterschweflige Säure besteht aus:

1 Atom Schwefel	=	201
1 Atom Sauerstoff	=	100
		301.

Die schweflige Säure besteht aus:

1 Atom Schwefel		=	201
2 Atomen Sauerstoff	= 2 × 100	=	200
			401.

Die Unterschwefelsäure besteht aus:

1 Atom Schwefel	=	201
$2\frac{1}{2}$ Atomen Sauerstoff	= $2\frac{1}{2}$ × 100	= 250,

oder, wie aus anderen Gründen hervorgeht, richtiger aus:

2 Atomen Schwefel	= 2 × 201	=	402
5 Atomen Sauerstoff	= 5 × 100	=	500
			902.

Und die Schwefelsäure besteht aus:

1 Atom Schwefel		=	201
3 Atomen Sauerstoff	= 3 × 100	=	300
			501.

So wie gegen Sauerstoff verhalten sich die Körper zu Schwefel, Chlor, Brom, Cyan etc.

Digitized by Google

Z. B. das Zinn verbindet sich in zwei Verhältnissen mit Schwefel. In der zweiten Schwefelungsstufe ist dieselbe Menge Zinn mit doppelt so viel Schwefel verbunden, als in der ersten.

Das erste Schwefelzinn besteht aus:

1 Atom Zinn	= 735
1 Atom Schwefel	= 201
Atomgewicht des ersten Schwefelzinns	= 936.

Das zweite Schwefelzinn besteht daher aus:

1 Atom Zinn	= 735
2 Atomen Schwefel	= 402
Atomgewicht des zweiten Schwefelzinns	=1137.

Der flüssige Chlorphosphor besteht aus:

2 Atomen Phosphor	= 392
6 Atomen Chlor	=1327.

Im festen aber nimmt dieselbe Menge Phosphor $\frac{4}{6}$ Chlor mehr auf. Dieser besteht also aus:

2 Atomen Phosphor	= 392
10 Atomen Chlor	=2213.

Beide Chlorphosphore zersetzen sich mit Wasser; der flüssige in Chlorwasserstoff und phosphorige Säure, der feste in Chlorwasserstoff und Phosphorsäure; das Wasser besteht aber aus 1 Atom Sauerstoff und 2 Atomen Wasserstoff, und der Chlorwasserstoff aus gleichen Atomen Chlor und Wasserstoff. — Bei der Zersetzung des flüssigen zersetzt sich 1 Atomgewicht mit 3 Atomgewichten Wasser; die 6 Atome Chlor nehmen 6 Atome Wasserstoff auf, dafür werden 3 Atome Sauerstoff frei, die sich mit den 2 Atomen Phosphor zu phosphoriger Säure verbinden. 1 Atom phosphorige Säure besteht also aus:

2 Atomen Phosphor	= 392
3 Atomen Sauerstoff	= 300.

Bei der Zersetzung des festen Chlorphosphors werden aber 5 Atome Wasser zersetzt und Phosphorsäure gebildet; diese mufs also bestehen aus:

2 Atomen Phosphor	= 392
5 Atomen Sauerstoff	= 500.

Wenn sich *zusammengesetzte* Körper mit zusammen-

Digitized by Google

gesetzten verbinden, so geschieht dieſs in dem Verhältniſs ihrer Atomgewichte, nach denselben Gesetzen, wie bei den einfachen Körpern.

Wenn sich *gasförmige* Körper mit einander vereinigen, so geschieht dieſs immer in der Art, daſs sich 1 Volumen (Maaſs) des einen Gases mit 1 oder mit 2, 3 etc. Volumen des anderen verbindet. Kennt man die spec. Gewichte der sich mit einander verbindenden Gase, so ist es klar, daſs diese alsdann zugleich die Gewichtsmengen ausdrücken, in welchen sich die Gase mit einander verbinden, das heiſst, die spec. Gewichte sind alsdann entweder zugleich die Atomgewichte, oder stehen zu diesen in einem einfachen Verhältniſs, wenn man hierbei das spec. Gewicht des Sauerstoffgases zur Einheit nimmt, oder, was dasselbe ist, wenn man die spec. Gewichte der Gase durch 1,1026 dividirt.

Zur Erläuterung des Angeführten können folgende Beispiele dienen:

Ein Volumen Chlorwasserstoff besteht aus:

		Spec. Gew.
$\frac{1}{2}$ Volumen Chlorgas	$\left(=\frac{2,4403}{2}\right)$	$= 1,2201$
$\frac{1}{2}$ Volumen Wasserstoffgas	$\left(=\frac{0,0688}{2}\right)$	$= 0,0344$
Spec. Gewicht des Chlorwasserstoffgases		$= 1,2545.$

Es bestehen also 1254 Gewichtstheile Chlorwasserstoff aus 1220 Theilen Chlor und 34 Theilen Wasserstoff. Es verhält sich aber $12201 : 344 = 221,325 : 6,239$, das heiſst, es verhalten sich zu einander die spec. Gewichte von Chlor und Wasserstoff wie ihre Atomgewichte.

Das Wasser besteht aus:

		Spec. Gew.
1 Volumen Sauerstoffgas		$= 1,1026$
2 Volumen Wasserstoffgas	$(=2 \times 0,0688)$	$= 0,1376.$

Es verhält sich aber 1,1026 zu 0,1376 wie 100 (Atomgewicht des Sauerstoffs) zu 12,47 oder dem doppelten Atomgewicht des Wasserstoffs, denn im Wasser sind 2 Volumen oder Atome Wasserstoff enthalten.

Digitized by Google

Könnte man alle einfachen Körper in den Gaszustand versetzen und ihre Gase unmittelbar wägen, so wäre dieſs die einfachste Art, ihre Atomgewichte zu finden. Bei manchen, die für sich nicht gasförmig werden können, aber in Verbindung mit anderen Körpern Gase bilden, kann dieſs durch Rechnung gefunden werden. So z. B. das spec. Gewicht des Kohlenstoffgases. Wenn sich Kohle zu Kohlenoxydgas oxydirt, so giebt 1 Volumen Sauerstoffgas 2 Volumen Kohlenoxydgas. Da es also klar ist, daſs das hinzugekommene zweite Volumen nur Kohlenstoffgas sein kann, und da man findet, daſs die 2 Volumen Kohlenoxydgas 1,9453 specifisches Gewicht haben, so braucht man davon nur das specifische Gewicht des Sauerstoffgases abzuziehen (1,9453 — 1,1026), um das specifische Gewicht des Kohlenstoffgases = 0,8427 zu erhalten. Dividirt man dieses durch 1,1026 (spec. Gewicht des Sauerstoffgases) und multiplicirt mit 100, so bekommt man das Atomgewicht des Kohlenstoffs = 76,4.

Um die atomistische Zusammensetzung von Verbindungen auch im Schreiben auf eine kurze und übersichtliche Weise ausdrücken zu können, hat man einem jeden der 55 Elemente ein Zeichen beigelegt, welches sein Atom ausdrückt. Zu diesen Zeichen hat man die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der Elemente gewählt *). Sie sind folgende:

O Sauerstoff	C Kohlenstoff	W Wolfram
H Wasserstoff	B Bor	Sb Antimon
N Stickstoff	Si Kiesel	Ta Tantal
S Schwefel	Se Selen	Ti Titan
P Phosphor	Te Tellur	Os Osmium
Cl Chlor	As Arsenik	Au Gold
Br Brom	Cr Chrom	Ir Iridium
J Jod	V Vanadium	R Rhodium
F Fluor	Mo Molybdän	Pt Platin

*) Wenn zwei oder mehrere Elemente denselben Anfangsbuchstaben haben, ist diesem noch ein andérer Buchstaben des Namens zugesetzt worden.

Digitized by Google

Pd Palladium	Co Kobalt	Mg Magnesium
Hg Quecksilber	Ni Nickel	La Lantan
Ag Silber	Fe Eisen	Ca Calcium
Cu Kupfer	Mn Mangan	Sr Strontium
U Uran	Ce Cerium	Ba Barium
Bi Wismuth	Al Aluminium	L Lithium
Sn Zinn	Zr Zirconium	Na Natrium
Pb Blei	Th Thorium	K Kalium.
Cd Cadmium	Y Yttrium	
Zn Zink	G Beryllium	

Mit Anwendung dieser Zeichen kann die quantitative Zusammensetzung von Verbindungen durch Formeln ausgedrückt werden, wie die folgenden Beispiele näher erläutern. Da der Sauerstoff so sehr viele Verbindungen eingeht, so wird sein Atom gewöhnlich nicht durch O, sondern der Kürze wegen durch einen Punkt ausgedrückt, welcher über das Zeichen des mit ihm verbundenen Körpers gestellt wird; so viel Punkte also über diesem stehen, so viel Atome Sauerstoff enthält die Verbindung *).

Wasser = $O + H^2$, oder $\dot{H}$.

Manganoxydul = $Mn + O$, oder $\dot{M}n$.

Mangansuperoxyd = $Mn + O^2$, oder $\ddot{M}n$.

Zinkoxyd = $Zn + O$, oder $\dot{Z}n$.

Schwefelsäure = $S + O^3$, oder $\ddot{S}$.

Schwefelsaures Zinkoxyd = $\dot{Z}n\ddot{S}$.

Zinnober = $Hg + S$, oder HgS.

Phosphorwasserstoffgas = $P + H^3$, oder PH^3.

Kohlenoxydgas = $\dot{C}$.

Kohlensäure = $\ddot{C}$.

Grubengas = $C + H^4$, oder $C\dot{H}^2$.

Oelbildendes Gas = $C + H^2$, oder $C\dot{H}$.

Cyan = $N + C$, oder Cy.

---

*) Zwei Atome, oder ein Doppelatom, in einer Verbindung bezeichnet man durch einen durchstrichenen Buchstaben.

Digitized by Google

Chlorcyan = $\dot{C}\dot{y}\dot{C}l$.

Fester Chlorkohlenstoff = $C^2\,\dot{C}l^8$.

Flüssiger Chlorkohlenstoff = $C^2\,\dot{C}l^3$.

Fester Chlorphosphor = $P\dot{C}l^5$.

Flüssiger Chlorphosphor = $P\dot{C}l^3$.

Kieselsäure = $\ddot{S}i$.

Chlorkiesel = $Si\dot{C}l^3$.

Kalkerde = $\dot{C}a$.

Schwefelsaure Kalkerde = $\dot{C}a\ddot{S}$.

Alaun = $\dot{K}\ddot{S} + \ddot{A}l\ddot{S}^3 + \dot{H}^{24}$, (schwefelsaures Kali mit schwefelsaurer Thonerde und Wasser).

Zu Ende des Buchs sind noch Tabellen beigefügt, welche die Atomgewichte der bei Berechnungen am meisten vorkommenden Verbindungen enthalten.

Digitized by Google

Verbindungen der Metalloïde mit Sauerstoff und Wasserstoff; ihre Oxyde und Säuren.

Atmosphärische Luft.

Zusammensetzung. Die unsere Erde umgebende Luft besteht aus einem Gemenge von 21 Volumtheilen Sauerstoffgas und 79 Volumtheilen Stickgas, mit veränderlichen, sehr geringen Quantitäten von Wassergas (Wasserdunst) und Kohlensäuregas.

Das gegenseitige Verhältnifs von Sauerstoffgas und Stickgas findet man in allen Höhen der Luft, zu allen Jahres- und Tageszeiten, in allen Welttheilen, ganz unveränderlich. Dennoch aber sind diese Gase nicht chemisch mit einander verbunden, sondern blos gemengt.

Die Zusammensetzung der Luft ist leicht zu finden. Die verschiedenen, hierzu anwendbaren analytischen Methoden beruhen alle darauf, dafs man den Sauerstoffgehalt aus einem abgemessenen Volumen atmosphärischer Luft vermittelst eines leicht oxydirbaren Körpers wegnimmt, und das Volumen des verschwundenen Sauerstoffgases oder das des zurückbleibenden Stickgases mifst. Die am besten sich hierzu eignenden Körper sind Phosphor und Wasserstoffgas. Ersterer oxydirt sich zu fester, in Wasser löslicher Phosphorsäure, letzteres zu flüssigem Wasser.

Die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem Wasserstoff wird durch einen electrischen Funken, oder durch schwammiges Platin bewirkt, in starken, graduirten Glasröhren (Eudiometern), und die Menge des verschwundenen Gases bemerkt. Da sich 1 Maafs Sauerstoffgas mit 2 Maafs Wasserstoffgas verbindet, so ist $\frac{1}{3}$ des bei der Verbrennung verschwundenen Gasgemenges Sauerstoffgas. Beim Verbrennen eines Gemenges von 100 Maafs Luft mit 50 Maafs Wasserstoff-

stoffgas werden also 63 Maafs verschwinden, wovon ein Drittheil, = 21, Sauerstoffgas ist. Da das spec. Gewicht des Sauerstoffgases 1,1026 ist, so sind dem Gewichte nach 23,1 Theile Sauerstoffgas in der Luft enthalten.

Die Kohlensäure in der Luft entdeckt man durch Kalkwasser, welches dieselbe absorbirt und sich dadurch trübt.

Verbrennen in der Luft. Jede in der Luft statt findende Verbrennung beruht darauf, dafs sich der verbrennende Körper mit dem Sauerstoff der Luft vereinigt. Durch die Erhitzung wird dabei die ihres Sauerstoffs beraubte Luft ausgedehnt, also leichter, sie steigt in die Höhe, wodurch ein Zuströmen von reiner Luft zu dem verbrennenden Körper veranlafst, und so das Verbrennen unterhalten wird.

Die Körper verbrennen mit oder ohne Flamme; ohne Flamme, wenn sich vom brennenden Körper nichts verflüchtigt, z. B. Eisen; mit Flamme, wenn ein Gas verbrennt, z. B. Zink, Phosphor, Wasserstoffgas.

Die Flammen sind leuchtend oder nicht leuchtend; letzteres, wenn das Product der Verbrennung gasförmig ist; leuchtend dagegen, wenn das Verbrennungsproduct ein fester Körper ist, der in der Flamme glüht, z. B. Phosphor, Wasserstoffgas, ein in die Flamme des letzteren gehaltener Platindraht. Die Flamme des einen Kohlenwasserstoffgases (das Gaslicht) ist darum leuchtend, weil sich in der Flamme selbst feste Kohle abscheidet, die glüht und verbrennt.

Die Flamme von Oel, Talg und Wachs ist, der Hauptsache nach, brennendes Kohlenwasserstoffgas, welches durch Zerlegung des in den Docht, durch seine Haarröhrchenkraft hinaufgesogenen Fettes aus diesem entwickelt wird. Da alle jene Substanzen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, so sind die Producte ihrer Verbrennung Kohlensäure und Wasser, die in die Luft gehen. Ganz gleich verhält es sich mit dem Verbrennen von Holz. So lange durch die, bei seiner Verbrennung entstehende Hitze aus seiner inneren Masse noch brennbare Gase entwickelt werden, brennt es mit Flamme; sobald diefs aufgehört hat, brennt der noch übrig gebliebene Kohlenstoffgehalt als Kohle nur glimmend und ohne Flamme weiter, und zuletzt blei-

Digitized by Google

ben seine fremden, unorganischen Bestandtheile als Asche übrig. Rauch und Rufs, beim Verbrennen von Holz und anderen Pflanzenstoffen, sind nur Folge einer unvollständig geschehenden Verbrennung.

Die beim Verbrennen von Holz, Steinkohlen und Holzkohlen entwickelte Hitze wenden wir an zum Heizen der Wohnungen, zum Kochen von Flüssigkeiten, zum Erhitzen und Glühen fester Körper, zum Schmelzen der Metalle etc., und nach diesen verschiedenen Endzwecken bekommen die dazu dienenden Feuerungen, Oefen, Stubenöfen, Schmelzöfen, verschiedene Einrichtungen, die alle darin übereinkommen, dafs sie die Hervorbringung eines mehr oder weniger starken Zugs, das heifst einer mehr oder weniger raschen Abführung der verdorbenen Luft und Zuführung von reiner Luft bezwecken.

Brennende Substanzen verlöschen nicht allein durch mangelnden Zutritt der Luft, sondern auch durch Abkühlung, d. h. Entziehung der zu ihrer Verbrennung erforderlichen Temperatur; daher Auslöschen von Feuer durch Wasser, Verlöschen von Kohlen auf kaltem Eisen, Verlöschen des brennenden Eisens in der Luft, deren Stickgas ihm die nöthige Wärme entzieht; gehemmte Fortpflanzung der Entzündung von brennbaren Gasen durch abkühlende Drahtgewebe, worauf Davy's Sicherheitslampe gegründet ist.

Wenn Feuer in einem abgeschlossenen Raume von Luft gebrannt hat, oder wenn viele Menschen in einem kleinen Raume von Luft gelebt haben, so wird sie verdorben, d. h. zum Einathmen beschwerlich, oder selbst zum Leben ganz untauglich. Es rührt dieſs weniger her von Mangel an Sauerstoff, sondern hauptsächlich von der beim Athmen und beim Verbrennen entstandenen Kohlensäure, dem Wasserdunst und vielleicht sehr geringen Mengen noch anderer, bis jetzt unbekannter Stoffe, die nun der Luft beigemengt sind.

Wasser.

Die Zusammensetzung des Wassers, und die Art, wie

Digitized by Google

man sie durch Zerlegung und durch Bildung desselben finden kann, ist schon beim Wasserstoff angegeben.

Seine Eigenschaften sind bekannt. Es kann alle drei Aggregatzustände annehmen. Unter 0° ist es fest oder Eis, dessen spec. Gewicht nur 0,916 ist; von 0° an bis 100° flüssig, und bei 100° kocht es, d. h. verwandelt es sich in ein farbloses, über 100° beständiges Gas. Ein Volumen Wasser nimmt, indem es zu Wassergas von + 100° wird, einen 1696mal gröfseren Raum ein. Unter 100° abgekühlt, wird es wieder tropfbarflüssiges Wasser. Geschieht diese Abkühlung in der Luft, so verdichtet es sich, unendlich kleine Bläschen bildend, zu sichtbarem Wasserdampf oder Dunst (Nebel, Wolken).

Wasser nimmt aber auch, ohne zu kochen, bei gewöhnlicher Temperatur Gasgestalt an, es verdunstet; dieſs geschieht um so rascher, je höher die Temperatur, oder je geringer der Druck der Luft auf die Wasserfläche ist, und ist eine Folge des Bestrebens aller flüchtigen Körper, Gasgestalt anzunehmen (Tension). Von dieser Verdunstung hängt der Feuchtigkeitszustand der Luft ab. — Alles, das Kochen und Verdunsten des Wassers betreffende, gilt auch für alle übrigen flüchtigen Flüssigkeiten, nur bei verschiedenen Temperaturen.

Das meiste Quell- und Flufs-Wasser ist unrein, enthält fremde Substanzen, besonders häufig Kalk aufgelöst. Das Regenwasser ist reiner, oft vollkommen rein. Um sich reines Wasser zu verschaffen, mufs man es destilliren.

Destilliren heifst, eine Flüssigkeit durch Wärme verflüchtigen, und den verflüchtigten Theil durch Abkühlung verdichten und wieder aufsammeln; und geschieht besonders in der Absicht, um zwei mit einander vermischte Stoffe von verschiedener Flüchtigkeit von einander zu trennen; z. B. um aus salz- und kalkhaltigem Brunnenwasser reines Wasser zu bekommen.

Sublimiren nennt man diese Operation, wenn der verflüchtigte Körper in fester Form erhalten wird, z. B. Jod, Salmiak. Zu Destillationen im Grofsen (z. B. Branntweinbrennen) werden kupferne Blasen mit Ableitungsrohr und

Digitized by Google

Kühlgeräthschaft angewendet, zu Destillationen im Kleinen die *Retorten*.

Fremde, feste Materien, die dem Wasser oder überhaupt Flüssigkeiten mechanisch beigemengt, darin aufgeschlämmt sind (z. B. Niederschläge), können davon durch *Filtriren* oder Seihen getrennt werden, vermittelst eines auf einem Trichter befindlichen Filtrums.

Auflösung. Das Wasser ist das allgemeinste Auflösungsmittel, und der Ausdruck *auflöslich* oder *unauflöslich* bei einer Substanz bezieht sich immer auf Wasser, wenn kein anderes Auflösungsmittel genannt ist. *Auflösung* heifst, wenn sich ein fester Körper, oder auch ein Gas unverändert mit einer Flüssigkeit so verbindet, dafs sie in dieser Verbindung flüssig werden; z. B. Kochsalz, Chlor in Wasser (nicht aber Zink in Schwefelsäure, was eine Auflösung anderer Art ist).

Jede Auflösung wird durch Wärme befördert; nicht nur deswegen, weil sie in Folge der durch die Erwärmung bewirkten Strömungen in der Flüssigkeit schneller vor sich geht, sondern auch weil warme Lösungsmittel mehr auflösen als kalte. Pulvern der festen Körper, d. h. Vergröfserung ihrer Oberfläche, und Bewegen, d. h. Umwechseln des Lösungsmittels, beschleunigen die Auflösung.

Wenn ein Lösungsmittel bei einer gewissen Temperatur von einem Körper nichts mehr auflöst, so nennt man es *gesättigt*. Eine, mit einer gewissen Substanz gesättigte Flüssigkeit kann aber oft noch von anderen Substanzen auflösen; z. B. eine gesättigte Salpeterlösung nimmt noch Glaubersalz auf.

Durch Verdunsten des Lösungsmittels, vermittelst Wärme, oder auch bei gewöhnlicher Temperatur in offner Luft, kann eine nicht gesättigte (verdünnte) Auflösung gesättigt (concentrirt) werden. So wie aber so viel verdunstet, dafs der aufgelöste Körper nicht mehr die zu seiner Auflösung erforderliche Menge von Lösungsmittel behält, scheidet sich ein Theil des Aufgelösten in fester und gewöhnlich in regelmäfsiger Form, in Krystallen ab, *Krystallisation*. Dasselbe geschieht, wenn eine kochendheifs gesät-

Digitized by Google

tigte Lösung erkaltet, bei allen Substanzen, die in der heifsen Flüssigkeit in gröfserer Menge löslich sind, als in der kalten.

Krystallisation ist bei den meisten Körpern möglich, wenn sie überhaupt aus dem flüssigen oder gasförmigen Zustand in den festen übergehen; z. B. geschmolzener Schwefel, geschmolzenes Wismuth, gasförmiges Jod. Je langsamer und ungestörter die Krystallisation vor sich geht, um so regelmäfsiger und gröfser werden die Krystalle, daher am schönsten beim freiwilligen Verdunsten der Auflösung; und umgekehrt, z. B. Hutzucker und Candiszucker.

Das Wasser hat die Eigenschaft, sich mit sehr vielen Körpern chemisch und in bestimmter Proportion zu verbinden, mit ihnen zu krystallisiren und überhaupt feste, häufig unlösliche Körper zu bilden, so namentlich mit den Oxyden, den Säuren und Salzen, wie bei ihnen noch näher angegeben wird; seine Anwesenheit ist dann für die chemischen Eigenschaften dieser Körper und für ihre gegenseitigen Zersetzungen gewöhnlich von grofser Bedeutung, wie z. B. die Bildung des Phosphorwasserstoffgases zeigt.

Digitized by Google

SÄUREN.

Es giebt 3 Arten von Säuren: *Sauerstoffsäuren*, *Sulfide* und *Wasserstoffsäuren*.

Aus der Vereinigung der übrigen Metalloïde mit Sauerstoff entstehen Oxyde meistens mit sauren Eigenschaften, die *Sauerstoffsäuren*. Diese Eigenschaften sind: 1) ein saurer Geschmack; 2) die Eigenschaft, blaue Pflanzenfarben, besonders Lackmus, roth zu färben, und 3) die Eigenschaft, sich mit den nicht sauren oder basischen Oxyden zu Salzen zu verbinden. Die letztere ist die eigentlich characterisirende, denn die beiden ersteren können oft ganz fehlen, wie z. B. bei der Kieselerde, und fehlen auch immer, wenn die Säure in Wasser unlöslich ist.

Die zweite Klasse von Säuren bildet der Schwefel in Verbindung mit einigen Metalloïden und einigen Metallen. Man nennt sie *Sulfide*. — Sie bilden mit Schwefelmetallen Salze.

Die dritte Klasse von Säuren, in den Eigenschaften von den Sauerstoffsäuren nicht verschieden, entsteht aus der Vereinigung des Wasserstoffs mit gewissen Metalloïden. Man nennt sie *Wasserstoffsäuren*.

A. Sauerstoffsäuren und Oxyde.

Der Körper, welcher mit dem Sauerstoff eine Säure bildet, heifst das *Radical* der Säure. Hiernach giebt es 2 Klassen von Sauerstoffsäuren: Säuren mit einfachem, und Säuren mit zusammengesetztem Radical. Die ersteren sind die von den Metalloïden und einigen Metallen gebildeten; z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure. Die Säuren mit zusammengesetztem Radical sind fast alle organischen Ursprungs, und bestehen alle aus Sauerstoff, verbunden mit einem aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Radical, z. B. Essigsäure, Citronensäure und alle übrigen sogenannten Pflanzensäuren. Manche enthalten aufserdem noch Stickstoff.

Digitized by Google

Die meisten Säuren sind in dem Zustand, worin man sie gewöhnlich erhält und anwendet, mit einer gewissen Menge Wassers chemisch verbunden, welches sich nicht abscheiden läfst, ohne dafs man die Säure mit einem andern Oxyd verbindet. Manche Säuren kennt man daher noch gar nicht in wasserfreiem Zustand. Die mit Wasser verbundenen Säuren nennt man *wasserhaltige*, und dieser Wassergehalt, welcher hier ein mit der Säure verbundenes basisches Oxyd vorstellt, ist nicht zu verwechseln mit dem Wasser, womit man jede Säure in willkührlichem Verhältnifs blofs vermischen, verdünnen, und welches man beliebig wieder davon abscheiden kann.

Wenn sich die Säuren mit Basen zu neutralen Salzen verbinden, so nimmt jede Basis auf jedes Atom Sauerstoff, welches sie enthält, ein Atom Säure auf. In der Regel verbindet sich also ein Atom Säure mit einem Atom Basis. Hieraus folgt also, dafs die Sauerstoffmenge in der Basis eines Salzes stets ein Theiler vom Sauerstoffgehalt der damit verbundenen Säure ist, und dieses Verhältnifs ist das, was man das *Sättigungsvermögen* einer Säure nennt. Dieser Ausdruck bedeutet nämlich die Zahl, welche die Sauerstoffmenge einer Quantität Basis anzeigt, die zur Sättigung von 100 Gewichtstheilen einer Säure erforderlich ist. So ist z. B. das Sättigungsvermögen der Schwefelsäure, da sie 3 Atome Sauerstoff enthält, $= 20$ oder $\frac{1}{5}$ von ihrem Sauerstoffgehalt, das der Salpetersäure, da sie 5 Atome Sauerstoff enthält, $= 14{,}75$ oder $\frac{1}{5}$ von ihrem Sauerstoffgehalt.

Ein und derselbe Körper kann oft mit ungleichen Mengen von Sauerstoff mehrere Säuren bilden. Die Benennungsweise für solche verschiedene Säurestufen ist noch nicht allgemein gleich; sie ergiebt sich für die einzelnen Säuren aus dem Folgenden.

Sauerstoffsäuren mit einfachem Radical.

I. Säuren des Schwefels.

Der Schwefel verbindet sich in 4 Verhältnissen mit dem Sauerstoff, und bildet mit ihm 4 Säuren: *Schwefel-*

Digitized by Google

säure, Unterschwefelsäure, schweflige Säure und *unterschweflige Säure,* von denen die erstere die gröfste, die letztere die geringste Menge Sauerstoff enthält, und in denen sich die Sauerstoffmengen verhalten wie 1, 2, $2\frac{1}{2}$, 3.

1. Schwefelsäure.

Kommt natürlich vor in grofser Menge, jedoch nur gebunden an Oxyde, z. B. im Gyps, Schwerspath, den Vitriolen u. a. Wird, wegen ihrer wichtigen Anwendungen in den Gewerben, in aufserordentlicher Menge fabricirt; ist die stärkste aller Säuren, dient daher zur Darstellung der meisten übrigen.

Die Schwefelsäure wird auf zweierlei Weise gewonnen, wodurch zweierlei Arten davon erhalten werden: die rauchende und die nicht rauchende.

a) *Rauchende Schwefelsäure*, Nordhäuser Vitriolöl.

Gewinnung. Durch Destillation des Eisenvitriols, nachdem er vorher an der Luft erhitzt (calcinirt) worden, um sein Oxydul theilweise in Oxyd zu verwandeln und einen Theil des Krystallwassers auszutreiben.

Eigenschaften. Dunkelbraune Flüssigkeit von 1,9 specifischem Gewicht, raucht stark an der Luft. Sie ist eine Auflösung von wasserfreier Schwefelsäure in wasserhaltiger, welche erstere, als sehr flüchtig, beständig davon abzudunsten strebt und mit der Feuchtigkeit der Luft den Rauch (wasserhaltige Säure) bildet. Bis zu 0° abgekühlt, setzt sie Krystalle ab, die eine Verbindung von 2 Atomen Schwefelsäure mit 1 Atom Wasser sind, und sich beim Erwärmen in gewöhnliche wasserhaltige und in wasserfreie Säure zerlegen.

Wasserfreie Schwefelsäure wird erhalten durch gelindes Erhitzen der rauchenden in einer Retorte mit Vorlage. Die wasserfreie Säure destillirt als farblose Flüssigkeit über, die in der abgekühlten Vorlage zu einem festen, schneeweifsen, aus höchst feinen, seideartigen Krystallnadeln bestehenden Körper erstarrt. In der Retorte bleibt nichtrauchende, wasserhaltige Säure zurück. — Die wasserfreie Säure verbreitet in der Luft dicke, weifse Dämpfe und

Digitized by Google

zerfliefst bald zu wasserhaltiger. Bei gelindem Erwärmen schmilzt sie und verflüchtigt sich sehr leicht. In Wasser geworfen, erhitzt sie sich damit bis zu Explosionen. In Gasform durch eine glühende Röhre geleitet, wird sie in Sauerstoffgas und schwefligsaures Gas verwandelt, deren Volumina sich wie 1 : 2 verhalten. Kalkerde, in ihrem Gas erhitzt, saugt es unter Erglühung ein und verwandelt sich in Gyps (schwefelsaure Kalkerde). Sie vereinigt sich mit Schwefel und bildet damit, je nach seiner Menge, eine braune, grüne oder blaue Flüssigkeit.

b) *Wasserhaltige Schwefelsäure,* englische oder gewöhnliche Schwefelsäure, Vitriolöl; die gewöhnlichste Form, in der die Schwefelsäure angewendet und in allen Ländern fabricirt wird.

Eigenschaften. Farblose, dickflüssige, ölartige, nicht rauchende Flüssigkeit von 1,85 spec. Gewicht, ohne Geruch. Kocht erst bei + 326°, und erstarrt bei — 34°. Zerstört alle Pflanzen- und Thierstoffe, schwärzt sie oder löst sie auf, daher die Gefahr, wenn diese Säure auf die Haut oder Kleider verschüttet wird, daher das Schwarzwerden der Säure durch hineingefallenen Kork oder Staub.

Aus der Luft zieht sie schnell Wasser an, was nach längerer Zeit bis zum Vielfachen ihres Gewichtes gehen kann. Erhitzt sich sehr stark beim Vermischen mit Wasser, bis zum Aufkochen und Umherspritzen, was von der chemischen Vereinigung der Säure mit neuen Antheilen Wasser herrührt. Bei Vermischung von 100 Theilen Säure mit 18,5 Theilen Wasser (d. h. eben so viel, als sie schon enthält) entsteht eine Säure von 1,78 spec. Gewicht, die bei + 4° zu farblosen Krystallen erstarrt.

In dem Grade, als man die Säure mit Wasser vermischt, vermindert sich ihr spec. Gewicht und sinkt ihr Kochpunkt. Aber alles zugesetzte Wasser kann wieder durch Erwärmung abgedunstet werden, bis die Säure wieder 1,85 spec. Gewicht erlangt und ihr Kochpunkt sich bis + 326° erhöht hat, wo sie alsdann mit ihrem chemisch gebundenen Wasser überdestillirt, von dem sie nicht auf unmittelbarem Wege zu trennen ist.

Digitized by Google

Die wasserhaltige Schwefelsäure besteht aus:

		In 100 Th.
1 Atom Schwefelsäure	= 501,16	81,7
1 Atom Wasser	= 112,47	18,3
1 Atom wasserhaltiger Schwefelsäure	= 613,63	100,0.

Die wasserfreie Schwefelsäure besteht aus:

		In 100 Th.
1 Atom Schwefel	= 201,165	40
3 Atomen Sauerstoff	= 300,000	60
Atomgew. der Schwefelsäure, $=\ddot{S}$,	= 501,165	100.

In Gasform gedacht, besteht sie aus 2 Maafs schwefligsaurem Gas und 1 Maafs Sauerstoffgas.

Die neutralen schwefelsauren Salze bestehen aus 1 Atom Säure und 1 Atom Basis, wenn die letztere 1 Atom Sauerstoff enthält; oder aus 3 Atomen Säure und 1 Atom Basis, wenn diese 3 Atome Sauerstoff enthält.

Gewinnung der wasserhaltigen Schwefelsäure. Durch Verbrennung von Schwefel in der Luft, und Umwandlung der dadurch gebildeten schwefligen Säure in Schwefelsäure, dadurch, dafs man mit ersterer salpetrige Säure in Berührung bringt, die einen Theil ihres Sauerstoffs an die schweflige Säure abgiebt (s. Stickoxydgas).

2. Unterschwefelsäure.

Eigenschaften. Nur in wasserhaltigem Zustande bekannt, als geruchlose, saure Flüssigkeit, die sich beim Erhitzen in schweflige Säure und Schwefelsäure zersetzt. Sie ist so zusammengesetzt, dafs man sie betrachten kann als eine Verbindung von 1 Atom Schwefelsäure mit 1 Atom schwefliger Säure, d. h. sie besteht aus 2 Atomen Schwefel und 5 Atomen Sauerstoff, $=\dddot{S}$, und in ihren neutralen Salzen enthält sie 5 mal den Sauerstoff der Basis.

Bildung. Die Unterschwefelsäure entsteht, wenn man schwefligsaures Gas in mit Wasser angerührtes Pulver von Mangansuperoxyd leitet, wobei 1 Atom des letzteren 2 Atome schweflige Säure aufnimmt, und damit unterschwefelsaures Manganoxydul bildet, welches sich im Wasser auflöst.

Digitized by Google

3. Schweflige Säure.

Eigenschaften. Farbloses Gas, von dem erstickenden Geruch des verbrennenden Schwefels. Specifisches Gewicht 2,247. Wird durch Druck oder eine Kälte von — 20° tropfbarflüssig; bildet alsdann eine dünne, farblose, bei — 10° kochende Flüssigkeit, die bei dieser Verdunstung eine Kälte von — 50° bis 60° hervorbringt.

Das schwefligsaure Gas wird selbst in der stärksten Glühhitze nicht zersetzt, und oxydirt sich, mit trocknem Sauerstoffgas gemengt, nicht höher. Von braunem Bleisuperoxyd aber wird das Gas sogleich verschluckt, das Superoxyd wird glühend und verwandelt sich in weifses *schwefelsaures* Bleioxyd.

Es wird in bedeutender Menge von Wasser verschluckt, und diese Auflösung hat einen eignen widrigen Geschmack und in hohem Grade den Geruch von verbrennendem Schwefel.

Die schweflige Säure hat die Eigenschaft, gewisse gefärbte Pflanzen- und Thierstoffe zu bleichen, daher die Anwendung des von verbrennendem Schwefel sich entwickelnden Gases zum Bleichen in der Seiden- und Wollenfärberei (Schwefeln).

Darstellung. 1) Durch Verbrennen des Schwefels in der Luft oder in reinem Sauerstoffgas, wobei dieses seinen Umfang fast nicht verändert. 2) Durch Erhitzen eines Gemenges von Kupferoxyd mit Schwefel. 3) Durch Auflösung von Kupfer in heifser Schwefelsäure, oder Erhitzen der letzteren mit Kohlenpulver.

Die schweflige Säure besteht aus 1 Atom Schwefel und 2 Atomen Sauerstoff, $= \dot{S}$. Ihr Atomgewicht ist also $= 401{,}165$. In ihren Salzen enthält die Basis halb so viel Sauerstoff als die Säure. Sie ist eine der schwächsten Säuren.

4. Unterschweflige Säure.

Nur in Verbindung mit Oxyden bekannt; davon abgeschieden, sich sogleich in Schwefel und schweflige Säure zersetzend. Entsteht, wenn sich Zink in wäfsriger schwefliger Säure auflöst, was ohne Gasentwickelung geschieht.

Digitized by Google

indem die schweflige Säure die Hälfte ihres Sauerstoffs an das Metall abgiebt, und so sich auflösendes unterschwefligsaures Zinkoxyd entsteht.

Die unterschweflige Säure besteht aus 1 Atom Schwefel und 1 Atom Sauerstoff, $= \dot{S}$. In ihren Salzen enthält die Basis halb so viel Sauerstoff als die Säure; sie enthalten also 1 Atom Basis mit 1 Doppelatom Säure verbunden.

II. Säuren und Oxyde des Stickstoffs.

Der Stickstoff verbindet sich in 4 Verhältnissen mit dem Sauerstoff, und giebt damit 2 Säuren, *Salpetersäure* und *salpetrige Säure*, und zwei gasförmige nicht saure Oxyde, *Stickoxydgas* und *Stickoxydulgas*, in denen sich die Sauerstoffvolumen verhalten wie 5, 3, 2, 1.

1. Salpetersäure.

Eigenschaften. Nicht in freiem Zustande bekannt, nur in wasserhaltigem. Farblose, eigenthümlich riechende, scharf sauer schmeckende, rauchende Flüssigkeit, von 1,521 spec. Gewicht. Färbt die Haut gelb, zerstört alle organische Stoffe und kocht bei + 86°. Sie enthält 14,25 Procent Wasser = 1 Atom. Sie zieht Wasser aus der Luft an, und ist in allen Verhältnissen mit Wasser mischbar, wodurch sich ihr Kochpunkt erhöht. Bei + 120° Kochpunkt enthält sie 5 Atome Wasser auf 1 Atom Säure.

Die Salpetersäure ist eine der stärksten Säuren, sie ist aber sehr leicht zersetzbar. Versucht man, ihr das Wasser zu entziehen, z. B. durch concentrirte Schwefelsäure, so zerfällt sie in Sauerstoffgas und gelbrothe Dämpfe von salpetriger Säure. Eben so wirkt das Sonnenlicht, jedoch nur allmählig, weshalb die farblose Säure im Sonnenschein gelb wird. In starker Glühhitze wird sie in Sauerstoffgas und Stickgas zerlegt. Auf dieser leichten Zersetzbarkeit beruht ferner ihr Vermögen, die meisten oxydirbaren Körper zu oxydiren, z. B. Phosphor und Schwefel in Phosphorsäure und Schwefelsäure zu verwandeln, und viele Metalle aufzulösen, daher ihre häufige Anwendung zur Oxy-

Digitized by Google

dation der Körper auf nassem Wege. Durch Abtretung eines Theils ihres Sauerstoffs an dieselben wird sie meistens zu Stickoxydgas reducirt, welches mit Aufbrausen weggeht, während sich die gebildeten Metalloxyde in einem anderen Theil unzersetzter Säure zu einem Salz auflösen. Werden aber solche Metalle in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, welche das Wasser zersetzen können, so bildet sich jedesmal zugleich Ammoniak, welches mit Salpetersäure verbunden bleibt.

Die Salpetersäure besteht aus:

		In 100 Th.
2 Atomen Stickstoff	= 177,036	26,17
5 Atomen Sauerstoff	= 500,000	73,83
Atomgew. der Salpetersäure, = Ṅ,	= 677,036	100,00.

In den neutralen salpetersauren Salzen enthält also die Säure 5 mal den Sauerstoff der Basis.

Darstellung. Durch Destillation von 100 Theilen Salpeter (salpetersaurem Kali) mit 97 Theilen concentrirter Schwefelsäure; daher ihr Name. Die erhaltene Säure ist farblos oder schwach gelb gefärbt, und hat die übrigen oben angeführten Eigenschaften. Der Rückstand in der Retorte ist saures oder zweifach schwefelsaures Kali, weil 97 Theile Schwefelsäure doppelt so viel betragen, als zur Sättigung des Kali's im Salpeter erforderlich ist. Dennoch ist dieses Verhältniſs nothwendig zur Gewinnung einer so beschaffenen Säure. Denn nimmt man nur 48½ Theile Schwefelsäure, so erhält man eine dunkelrothe Salpetersäure, die rothgelbe Dämpfe ausstöſst, weil sie salpetrige Säure aufgelöst enthält; bei der Destillation wird in diesem Fall viel Salpetersäure in salpetrige Säure und in Sauerstoffgas zersetzt. Die gefärbte rauchende Säure wird beim Vermischen mit Wasser grün, blau und farblos. Durch Kochen kann die salpetrige Säure ausgetrieben werden.

Das *Scheidewasser* ist eine unreine und verdünnte Salpetersäure.

Die Salpetersäure hat bedeutende Anwendung in Künsten und Gewerben, und wird daher fabrikmäſsig gewonnen.

Digitized by Google

2. Salpetrige Säure.

Eigenschaften. Dunkelgrüne, höchst flüchtige, bei — 20° farblose Flüssigkeit; bildet ein tief gelbrothes Gas, von eignem Geruch, welches, mit permanenten Gasen vermischt, nur sehr schwer wieder zu verdichten ist. Zersetzt sich mit Wasser theilweise in Stickoxydgas und Salpetersäure. Eben so in Berührung mit Salzbasen. Die salpetrigsauren Salze können indessen durch Glühen von gewissen salpetersauren Salzen erhalten werden, z. B. durch gelindes Glühen von Salpeter, der sich dabei, unter Entwickelung von Sauerstoffgas, in salpetrigsaures Kali verwandelt.

Bildung. Durch Vermischen von Stickoxydgas mit $\frac{1}{4}$ seines Volumens Sauerstoffgas und gleichzeitige starke Abkühlung. Oder durch Destillation von Stärke mit Salpetersäure.

Bildet sich ferner bei der Bereitung der Salpetersäure (siehe oben), und bleibt dann in grofser Menge in dieser aufgelöst, die davon ihre Farbe und rauchende Eigenschaft bekommt.

Durch theilweise Destillation solcher rothen Salpetersäure bei sehr gelinder Wärme geht eine dunkelrothe Flüssigkeit über, die eine Verbindung von 1 Atom salpetriger Säure und 1 Atom Salpetersäure ist. Diese Doppelsäure siedet schon bei + 28°. Salpetersäure löst davon eine gewisse Menge auf und bildet damit die obige gefärbte und rauchende Säure. Ist diese damit gesättigt, so bleibt die übrige Doppelsäure auf der Flüssigkeit schwimmend, ohne sich damit zu vermischen.

Die salpetrige Säure verbindet sich ferner mit wasserhaltiger Schwefelsäure. Die Verbindung ist eine farblose, krystallinische, sehr leicht schmelzbare Masse, die sich mit Wasser, unter Entwickelung von Stickoxydgas, zersetzt. Bildet sich durch gleichzeitiges Einleiten von Stickoxydgas und Sauerstoffgas in Schwefelsäure, oder durch Vermischen von Stickoxydgas und schwefligsaurem Gas mit feuchter Luft.

Das Atomgewicht der salpetrigen Säure ist 477.036. Sie besteht aus 2 Atomen Stickstoff und 3 Atomen Sauerstoff, $= \ddot{N}$.

Digitized by Google

3. Stickoxydgas.

Eigenschaften. Farbloses, in Wasser wenig lösliches Gas; ausgezeichnet durch die Eigenschaft, in der Luft oder mit reinem Sauerstoffgas einen dunkel-gelbrothen Dampf (salpetrige Säure) zu bilden, sich also schon durch unmittelbare Berührung und bei gewöhnlicher Temperatur höher zu oxydiren. 100 Maafs Stickoxydgas vereinigen sich hierbei mit 25 Maafs Sauerstoffgas zu salpetriger Säure (Darstellung derselben); mit 50 Maafs Sauerstoffgas entsteht die Verbindung von salpetriger Säure mit Salpetersäure, und mit 75 Maafs Sauerstoffgas Salpetersäure.

Auf dieser Eigenschaft des Stickoxydgases beruht seine Anwendung bei der Fabrication der Schwefelsäure. Es wird hierbei ein Gemenge von Schwefel mit $\frac{1}{8}$ Salpeter verbrannt, und das hierdurch entstehende Gasgemenge von schwefligsaurem Gas und Stickoxydgas in die feuchte Luft der Bleihäuser geleitet; hier verwandelt sich das Stickoxydgas in salpetrige Säure, und diese oxydirt nun das feuchte schwefligsaure Gas zu Schwefelsäure, die sich in dem vorhandenen Wasser auflöst. Von der noch sehr verdünnten Säure wird nachher das überschüssige Wasser abgedampft.

Das Stickoxydgas wird in Menge von concentrirter Salpetersäure aufgelöst, und verwandelt sich mit derselben in salpetrige Säure.

Angezündete Kohle und brennender Phosphor fahren im Stickoxydgas zu brennen fort, fast so lebhaft wie in Sauerstoffgas.

Mehrere Metalle, in diesem Gas erhitzt, oxydiren sich und lassen ein halbes Maafs Stickgas zurück.

Das Stickoxydgas besteht aus:

	Maafs.	Spec. Gewicht.
Stickgas	$\frac{1}{2}$	0,4880
Sauerstoffgas	$\frac{1}{2}$	0.5513
Stickoxydgas	1	1,0393.

Oder aus einem Atom Stickstoff und einem Atom Sauerstoff, $= \dot{N}$.

Digitized by Google

Darstellung. Durch Auflösen von Kupfer in verdünnter Salpetersäure.

4. Stickoxydulgas.

Eigenschaften. Farbloses, schwach riechendes Gas, von 1,527 spec. Gewicht, in geringer Menge in Wasser löslich; verwandelt sich durch sehr starken Druck zur tropfbaren Flüssigkeit. Bildet mit Sauerstoff keine rothen Dämpfe. Brennbare Körper, wie Kohle, Phosphor, Eisen, ein Spahn, angezündet hineingebracht, brennen darin mit einem ähnlichen Glanz wie in Sauerstoffgas. Wasserstoffgas damit gemengt und angezündet, verbrennt mit Knall. — Wirkt beim Einathmen eigenthümlich berauschend.

Entzieht man dem Stickoxydulgas durch oxydirbare Körper den Sauerstoff, so bleibt Stickgas von unverändertem Volumen zurück. Ein Maafs Stickoxydulgas besteht aus:

	Maafs.	Spec. Gewicht.
Stickgas	1,0	0,976
Sauerstoffgas	0,5	0,551
Stickoxydulgas	1,0	1,527.

Oder aus zwei Atomen Stickstoff und einem Atom Sauerstoff, $= \dot{N}$.

Bildung. Man entzieht dem Stickoxydgas Sauerstoff, z. B. durch eine Auflösung von schwefligsaurem Kali. Am besten erhält man es durch Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak, einem krystallisirten Salz, welches sich hierbei in Stickoxydulgas und Wasser zersetzt. Dieses Salz besteht nämlich aus 1 Atom Salpetersäure, 2 Atomen Ammoniak (=2 Atomen Stickstoff +6 Atomen Wasserstoff) und 1 Atom Wasser.

III. Säuren des Phosphors.

Der Phosphor bildet 3 Säuren: *Phosphorsäure*, *phosphorige* und *unterphosphorige* Säure, und ein Oxyd.

1. Phosphorsäure.

Darstellung. 1) Durch Verbrennen von Phosphor in der

Digitized by Google

der Luft oder in Sauerstoffgas. 2) Durch Auflösen von Phosphor in verdünnter Salpetersäure und Abdampfen. 3) Durch Auflösen des festen Chlorphosphors in Wasser und Abdampfen. 4) Am vortheilhaftesten aus weifsgebrannten Knochen (phosphorsaurem Kalk); 3 Theile davon werden, als feines Pulver, mit 2 Theilen Schwefelsäure, die mit 10 Theilen Wassers verdünnt ist, angerührt und mehrere Tage lang erwärmt, die saure Flüssigkeit dann vom gebildeten Gyps abgeseiht und abgedampft.

Eigenschaften. Die beim Verbrennen von Phosphor gebildete wasserfreie Säure ist eine weifse, lockere Substanz, die in der Glühhitze, ohne sich zu verflüchtigen, zu einem farblosen, durchsichtigen Glase schmilzt. In der Luft zerfliefst sie, und in Wasser löst sie sich unter Erhitzung auf.

Die auf nassem Wege erhaltene Säure bildet nach dem Abdampfen bis zu einem gewissen Grade eine syrupdicke, sehr saure Flüssigkeit, welche nach weiterem Abdampfen eine *wasserhaltige* Säure zurückläfst, beim Erkalten zu einer durchsichtigen Masse erstarrend. In Wasser vollständig löslich; die Lösung hat einen stark und rein sauren Geschmack.

War die Säure nicht rein, enthält sie, wie es z. B. nach dem Schmelzen in Thon- oder Glasgefäfsen der Fall ist, welche davon angegriffen werden, fremde Substanzen aufgelöst, oder ist sie, wie es besonders bei der aus den Knochen bereiteten der Fall sein kann, kalkhaltig, so ist sie nach dem Schmelzen zu Glas nicht mehr in Wasser auflöslich.

Die Phosphorsäure wird auf nassem Wege von Salpetersäure und Schwefelsäure aus ihren Verbindungen mit Basen ausgeschieden; aber in der Glühhitze treibt sie selbst die Schwefelsäure aus.

Die Phosphorsäure besteht aus 2 Atomen Phosphor und 5 Atomen Sauerstoff. Ihr Atom, $= \ddot{P}$, wiegt 892,28.

Die Phosphorsäure bietet eines der merkwürdigen Beispiele dar, dafs ein und derselbe Körper, bei vollkommen gleicher Zusammensetzung, verschiedene Eigenschaften haben, also in mehreren verschiedenen Zuständen bestehen kann. Solche Körper nennt man *isomerische* Körper, und unterschei-

Digitized by Google

det die verschiedenen Varietäten durch Hinzufügung von Buchstaben. Von der Phosphorsäure giebt es drei isomerische Abänderungen, die sich folgendermaafsen unterscheiden:

[a]*Phosphorsäure*, ist die beim Verbrennen des Phosphors entstehende, so wie überhaupt die geglühte Säure. Bildet sich auch beim Glühen des sauren [b]phosphorsauren Natrons ($\dot{Na}\ddot{\dot{P}}$), welches dabei in neutrales [a]phosphorsaures Salz umgewandelt wird. Ihre Salze enthalten auf ein Atom Säure nur ein Atom Basis. Diese trocknen zu gummiähnlichen Massen ein. Die Auflösung der Säure wird durch Barytwasser und Eiweifs gefällt.

[b]*Phosphorsäure*, entsteht durch Glühen von neutralem [c]phosphorsauren Natron ($\dot{Na}^2\ddot{\dot{P}}+\dot{H}$). Ihre Salze enthalten 2 Atome Basis. Sie wird nicht durch Eiweifs oder Barytwasser gefällt. Giebt mit Silberoxyd ein unlösliches weifses Salz ($\dot{Ag}^2\ddot{\dot{P}}$).

[c]*Phosphorsäure*, ist die gewöhnliche, auf dem nassen Wege gebildete Säure. Ihre Salze, die durch unmittelbare Sättigung entstehen, enthalten auf 1 Atom Säure 3 Atome Basis, wovon das 1 Atom oft durch 1 Atom Wasser ersetzt wird. Fällt nicht Eiweifs oder Barytwasser. Giebt mit Silber ein unlösliches gelbes Salz ($\dot{Ag}^3\ddot{\dot{P}}$). — Die Auflösung der [a] und [b]Phosphorsäure in Wasser geht bald in [c]Phosphorsäure über.

2. Phosphorige Säure.

Eigenschaften. Im wasserfreien Zustande weifse, pulverförmige, sublimirbare Substanz, die sich an der Luft von selbst entzündet und zu Phosporsäure verbrennt.

Die wasserhaltige phosphorige Säure ist eine dicke, saure Flüssigkeit, die beim langsamen Verdunsten in Krystallen anschiefst. Beim Erhitzen läfst sie ihr Wasser nicht entweichen, sondern zersetzt sich damit in Phosphorsäure und weggehendes Phosphorwasserstoffgas. An der Luft oxydirt sie sich höher zu Phosphorsäure; eben so auf Kosten von manchen Metalloxyden, die dabei zu Metall reducirt werden.

Bildung. Durch Verbrennung von Phosphor bei un-

Digitized by Google

vollständigem Luftzutritt. Wenn Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur der Luft ausgesetzt wird, so entsteht, unter schwachem Leuchten desselben, wasserhaltige, phosphorige Säure, als knoblauchartig riechender Dampf, der als saure Flüssigkeit gesammelt werden kann. Am besten erhält man sie durch Zersetzung des flüssigen Chlorphosphors mit Wasser.

Das Atomgewicht der phosphorigen Säure ist 692,28. Sie besteht aus 2 Atomen Phosphor und 3 Atomen Sauerstoff, $= \dot{P}$.

3. Unterphosphorige Säure.

Sie kann nur auf indirectem Wege gebildet werden, und ist nur in wasserhaltigem Zustand als eine syrupdicke, saure Flüssigkeit bekannt. Zerfällt beim Erhitzen in Phosphor, Phosphorwasserstoffgas und Phosphorsäure. — Besteht aus 2 Atomen Phosphor und 1 Atom Sauerstoff, $= \dot{P}$.

4. Phosphoroxyd.

Rother, nicht schmelzbarer Körper. Zersetzt sich beim Glühen in Phosphor und Phosphorsäure. Verbrennt beim Erhitzen in der Luft. — Bildet sich in geringer Menge beim Verbrennen von Phosphor in der Luft; in gröfserer Menge, wenn man durch Einleiten von Sauerstoffgas geschmolzenen Phosphor unter Wasser verbrennt. — Besteht aus 3 Atomen Phosphor und 1 Atom Sauerstoff.

IV. Säuren des Chlors.

Das Chlor kann sich in 4 Verhältnissen mit Sauerstoff vereinigen. Keine dieser Verbindungen ist auf unmittelbare Weise hervorzubringen. Als Material zur Darstellung der übrigen dient die Chlorsäure, die dadurch gebildet wird, dafs man Chlorgas in Wasser leitet, worin ein stark basisches Oxyd aufgelöst ist, z. B. Kali (Kaliumoxyd). Es bildet sich alsdann Chlorkalium und chlorsaures Kali, welches letztere wegen seiner Schwerlöslichkeit in glänzenden Krystallschuppen herauskrystallisirt. Hierbei werden $\frac{5}{6}$

Digitized by Google

des Kali's in Chlorkalium, und $\frac{1}{3}$ in chlorsaures Kali verwandelt.

1. Ueberchlorsäure.

Bildung. Wenn chlorsaures Kali so lange geschmolzen wird, bis bei der Temperatur, wobei es zuerst mit Leichtigkeit Sauerstoffgas entwickelte, die Gasentwickelung sich sehr zu vermindern anfängt, so ist es in ein Gemenge von Chlorkalium mit 45 Procent überchlorsaurem Kali verwandelt, die man durch Auflösen und Krystallisiren von einander trennt. Durch Destillation des überchlorsauren Kali's mit Schwefelsäure, oder durch Destillation der Chlorsäure erhält man die Ueberchlorsäure.

Eigenschaften. Die wasserhaltige Säure ist eine farblose, saure Flüssigkeit von 1,65 spec. Gewicht. Siedet erst bei $+200°$. Zieht begierig Feuchtigkeit an. Der Dampf der kochenden Säure entzündet hineingehaltenes Papier. Durch Destillation mit dem mehrfachen Gewichte von Schwefelsäure wird sie grofsentheils zersetzt in Chlor- und Sauerstoffgas, und zum Theil geht sie als wasserfreie Säure über, die flüchtige, farblose, leicht schmelzbare Krystalle bildet.

Die Ueberchlorsäure besteht aus 2 Atomen Chlor und 7 Atomen Sauerstoff, $= \dot{\ddot{C}}l$. Atomgewicht 114?,65.

2. Chlorsäure.

Darstellung. Durch Zersetzung von chlorsaurem Kali mit Kieselfluorwasserstoffsäure, wodurch sich unlösliches Kieselfluorkalium und in Wasser gelöste Chlorsäure bildet, die man durch freiwillige Verdunstung sich concentriren läfst.

Eigenschaften. Nur in wasserhaltigem Zustand bekannt. Syrupdicke, sehr saure, fast geruchlose Flüssigkeit. Zersetzt sich bei der Destillation in Chlorgas, Sauerstoffgas und Ueberchlorsäure. Verwandelt sich mit Chlorwasserstoffsäure in Chlor. Entzündet Papier und Alkohol.

Die chlorsauren Salze, mit Kohle, Schwefel, Phosphor, leicht oxydirbaren Metallen u. dergl. gemengt, und erwärmt oder zusammen gerieben oder geschlagen, verbrennen und

Digitized by Google

verknallen mit grofser Heftigkeit. Beim Erhitzen für sich entwickeln diese Salze viel Sauerstoffgas, indem sowohl der Sauerstoff der Säure als der der Basis entweicht, und verwandeln sich in Chlormetalle. Hierauf beruht eine vortheilhafte Darstellungsweise des Sauerstoffgases aus chlorsaurem Kali, welches 39 Procent seines Gewichtes entwickelt.

Die Chlorsäure besteht aus 2 Atomen Chlor und 5 Atomen Sauerstoff, $= \dddot{\text{Cl}}$. Atomgewicht 942,65.

3. Unterchlorige Säure.

Eigenschaften. Gelbes Gas, von eigenthümlichem, chlorartigem Geruch, explodirt schon durch die Wärme der Hand, oder in Berührung mit Kohle, vergröfsert dabei sein Volumen von 1 zu $1\frac{1}{2}$, und ist nun in ein Gemenge von 1 Volumen Chlorgas und $\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoffgas verwandelt. Wasser absorbirt sein hundertfaches Volumen; die Auflösung ist gelb und riecht wie das Gas; im Licht und in der Wärme zersetzt sie sich in Chlorgas und in Chlorsäure. Sie bleicht Pflanzenfarben.

Darstellung. Man bringt Quecksilberoxyd mit Wasser in eine mit Chlorgas gefüllte Flasche; es entsteht Chlorquecksilber und eine Auflösung von unterchloriger Säure, welche man durch Destillation bei gelinder Wärme rein erhält. Sie bildet sich aufserdem durch Sättigen von gelöschtem Kalk (Kalkhydrat) mit Chlorgas; es entsteht dabei Chlorcalcium und unterchlorigsaure Kalkerde.

Die unterchlorige Säure besteht aus 2 Atomen Chlor und 1 Atom Sauerstoff, $= \dot{\text{Cl}}$.

4. $\dddot{\text{Cl}} + \dot{\text{Cl}}$.

Destillirt man Stücke von geschmolzenem chlorsauren Kali und Schwefelsäure, was wegen Gefahr vor Explosion mit grofser Vorsicht geschehen mufs, so entsteht schwefelsaures und überchlorsaures Kali, und es entwickelt sich ein dunkelgelbes Gas von eigenthümlichem, chlorartigem Geruch. Durch starken Druck verwandelt es sich in eine gelbe Flüssigkeit. Beim Erwärmen explodirt es unter Feuer-

Digitized by Google

erscheinung, wobei 2 Volumen des Gases 2 Volumen Sauerstoffgas und 1 Volumen Chlorgas geben. Es besteht also aus $Cl + 2O$, oder, analog der Verbindung von Salpetersäure mit salpetriger Säure (S. 46.), aus $\dot{C}l + \ddot{C}l$.

V. Säuren des Broms und Jods.

Brom bildet, wie es scheint, nur eine Säure, von ähnlichen Eigenschaften wie die Chlorsäure, und proportional mit ihr zusammengesetzt, mit der sie auch gleiche Bildungsweise hat.

Das Jod bildet eine Ueberjodsäure, $\dddot{I}$, und eine Jodsäure, $\ddot{I}$. Letztere entsteht sowohl bei Auflösung von Jod in Kali, als auch durch Auflösen von Jod in Salpetersäure. Sie ist fest und krystallisirbar, und zerfällt beim Erhitzen in Jod und Sauerstoffgas.

Von *Fluor* ist noch keine Sauerstoff-Verbindung bekannt.

VI. Säuren und Oxyd des Kohlenstoffs.

Der Kohlenstoff geht mit dem Sauerstoff mehrere Verbindungen ein, wovon die *Kohlensäure*, die *Oxalsäure* und das *Kohlenoxydgas* die am häufigsten vorkommenden und wichtigsten sind.

1. Kohlensäure.

Eigenschaften. Farbloses Gas, von schwach säuerlichem Geruch, Lackmus schwach und vorübergehend röthend; von 1,524 spec. Gewicht. Verlöscht Feuer und wirkt, in reiner Gestalt eingeathmet, tödtlich. Wird bei 0° und einem Druck von 40 Atmosphären zu einer dünnen, farblosen Flüssigkeit condensirt; diese ist durch Wärme ausdehnbarer, als das Gas, und erzeugt bei der Verdunstung eine Kälte von — 72°, wobei die Säure selbst zu einer festen Masse erstarrt. Der Druck ihres Dampfes steigt für jeden Thermometergrad um eine Atmosphäre.

Aufser durch Kalium, kann der freien Kohlensäure ihr ganzer Sauerstoffgehalt durch keinen anderen Körper entzo-

Digitized by Google

gen werden. Dagegen läfst sich z. B. aus der Kohlensäure im kohlensauren Kalk (Kreide, Marmor), durch Glühen desselben in Phosphorgas, schwarze, pulverförmige Kohle abscheiden, weil hierbei phosphorsaurer Kalk entsteht.

Das Kohlensäuregas ist in Wasser löslich; bei gewöhnlichem Druck und gewöhnlicher Temperatur nimmt 1 Maafs Wasser 1 Maafs Gas auf; bei niedrigerer Temperatur und stärkerem Druck 2 bis 3 mal so viel. Das mit Kohlensäure gesättigte Wasser hat einen schwach säuerlichen Geschmack, röthet Lackmuspapier, und verliert wieder beim Stehen in der Luft oder beim Kochen sein sämmtliches Gas. Alle moussirenden Mineralwasser, z. B. das Selterser, sind solche Auflösungen von Kohlensäure in salzhaltigem Wasser. Man macht sie künstlich nach, indem man Wasser mit Kohlensäure sättigt, nachdem man in demselben alle die Salze aufgelöst hat, die in dem natürlichen enthalten sind. Auflösungen von Kohlensäure sind ferner alle gegohrenen moussirenden Getränke, z. B. Weifsbier, und die Ursache des Schäumens derselben beruht auf dem Entweichen eines Theiles der in ihnen enthaltenen Kohlensäure, die bei der Gährung solcher Flüssigkeiten gebildet wurde.

Die Kohlensäure trübt das Kalkwasser und schlägt daraus pulverförmigen kohlensauren Kalk nieder, wodurch sie sich von anderen Gasen unterscheiden läfst.

Die Kohlensäure ist eine der schwächsten Säuren, und wird von den meisten übrigen aus ihren Verbindungen ausgetrieben. Weil sie im freien Zustande gasförmig ist, so ist ihr Entweichen, wenn es in Berührung mit einer Flüssigkeit statt findet, immer ein Aufbrausen.

Das Atomgewicht der Kohlensäure ist 276,44. Sie besteht aus 1 Atom Kohlenstoff und 2 Atomen Sauerstoff, $= \dot{C}$. In 1 Volumen Kohlensäuregas ist 1 Volumen Sauerstoff verbunden mit $\frac{1}{2}$ Volumen Kohlenstoffgas.

Die Kohlensäure entsteht durch Verbrennen von Diamant, Graphit, gewöhnlicher Kohle und kohlenstoffhaltigen Körpern in der Luft oder in reinem Sauerstoffgase. Letzteres verändert dabei seinen Umfang nicht. Weil sie ein beständiges Product der Verbrennung von allem gewöhn-

Digitized by Google

lichen Brennmaterial (s. S. 33.), und ein beständiges Product des Athmens der Thiere ist, und aufserdem in vielen Gegenden, besonders vulkanischen, aus Quellen und Oeffnungen in der Erde oft in aufserordentlicher Menge ausdunstet, macht sie einen beständigen, wiewohl nur sehr geringen Bestandtheil der Atmosphäre aus.

Die Kohlensäure sammelt sich nicht selten in alten, wenig besuchten Kellern, Brunnen, Höhlen, und namentlich auch in den Kellern der Branntweinbrennereien und Bierbrauereien, worin die Bottiche mit der gährenden Flüssigkeit stehen, in Menge an, und kann auf diese Weise die Ursache der augenblicklichen Erstickung derer sein, die in solche Räume gehen, wenn darin nicht zuvor durch hinreichenden Luftwechsel, oder, wenn es die Umstände erfordern, durch hineingeworfenen gelöschten Kalk, die Kohlensäure weggeschafft worden ist. Ihre Anwesenheit in solcher Menge, dafs sie gefährlich sein kann, ist immer leicht an dem schlechten Brennen, oder selbst Verlöschen einer in solche Räume gebrachten Lichtflamme zu beobachten.

Darstellung. Durch Zersetzung von kohlensaurem Kalk (Kreide oder Marmor) mit verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure.

2. Oxalsäure.

Vorkommen. In vielen Pflanzen, besonders in dem sauren Safte des Sauerklee's (*Oxalis Acetosella*) an Kali gebunden als Kleesalz, daher auch der Name Kleesäure.

Eigenschaften. Farblose klare Krystalle, von sehr saurem Geschmack, die an der Luft zu Mehl zerfallen, indem sie Krystallwasser verlieren (s. weiter unten *Salze*), wobei aber die Säure noch 20 Procent oder 1 Atom chemisch gebundenes Wasser zurückbehält; im wasserfreien Zustande kennt man sie noch nicht. In 8 Th. kalten Wassers löslich. Sublimirt sich beim Erhitzen zum Theil unzersetzt in Krystallen; ihr Dampf reizt stark zum Husten. In einer Retorte erhitzt, schmilzt sie bei $+98^{\circ}$, und zersetzt sich bei $+155^{\circ}$ unter Aufkochen vollständig in eine Auflösung von Ameisensäure in Wasser, und in ein Gemenge von Kohlensäure- und Kohlenoxydgas.

Digitized by Google

Mit rauchender Schwefelsäure übergossen, wird die zerfallene Oxalsäure, durch Wasser-Entziehung, in ein Gasgemenge aus gleichen Maafstheilen Kohlensäure und Kohlenoxyd zersetzt.

Die wasserfreie Oxalsäure besteht aus 2 Atomen Kohlenstoff und 3 Atomen Sauerstoff, $=\ddot{C}$. Ihr Atomgewicht ist 452,87.

Der Sauerstoff der Basis, durch welche die Oxalsäure neutralisirt wird, reicht gerade hin, um mit ihr Kohlensäure zu bilden. Glüht man daher z. B. oxalsaures Eisenoxyd, so erhält man Kohlensäure und metallisches Eisen. — Glüht man aber ein oxalsaures Salz mit einer Basis, die dabei den Sauerstoff nicht abgiebt, so wird die Oxalsäure wie durch Schwefelsäure zersetzt, d. h. in ein entweichendes Gasgemenge aus Kohlensäure und Kohlenoxyd, und das Oxyd bleibt rein zurück, z. B. oxalsaure Talkerde. Oxalsaure Kalkerde dagegen giebt beim schwachen Glühen nur Kohlenoxydgas, weil die Kohlensäure mit der Kalkerde verbunden bleibt.

Die Oxalsäure bildet mit der Kalkerde ein ganz unauflösliches, weifses, pulverförmiges Salz.

Darstellung. Da die Oxalsäure durch Zersetzung sehr vieler Pflanzenstoffe mit Salpetersäure künstlich gebildet wird, so kann man sie, aufser durch Abscheidung aus dem Kleesalz, besonders vortheilhaft auch durch Kochen von 1 Theil Zucker oder Stärke mit 6 Theilen Salpetersäure erhalten, wobei Kohlensäure und Stickoxydgas weggehen, und Oxalsäure aus der erkaltenden Flüssigkeit herauskrystallisirt.

3. Kohlenoxydgas.

Eigenschaften. Farbloses, geruchloses, in Wasser fast unlösliches Gas, von 0,97269 spec. Gewicht; entzündlich und mit hellblauer Flamme zu Kohlensäure verbrennend. 1 Maafs Kohlenoxydgas nimmt dabei genau $\frac{1}{2}$ Maafs Sauerstoffgas auf und giebt 1 Maafs Kohlensäuregas. Die Kohlensäure kann man also betrachten als eine Verbindung von 1 Maafs Kohlenoxydgas mit $\frac{1}{2}$ Maafs Sauerstoffgas, verdichtet zu 1 Maafs; und im Kohlenoxydgas ist der Kohlenstoff

Digitized by Google

mit halb so viel Sauerstoff als in der Kohlensäure verbunden, d. h. es besteht aus 1 Atom Kohlenstoff und 1 Atom Sauerstoff, $=\dot{C}$, oder 1 Volumen aus $\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoffgas und $\frac{1}{2}$ Volumen Kohlenstoffgas.

Darstellung. Indem man der Kohlensäure die Hälfte ihres Sauerstoffs entzieht, z. B. durch Glühen von Kohle in Kohlensäure, wobei 1 Maafs Kohlensäuregas 2 Maafs Kohlenoxydgas giebt. Ferner durch Glühen von Kreide mit Kohle. — Am besten erhält man es durch Zersetzung der Oxalsäure mit Schwefelsäure, wobei es durch Kalk vom Kohlensäuregas zu trennen ist.

Das Kohlenoxydgas bildet sich stets beim Verbrennen gröfserer Kohlenmassen, und bildet die über denselben erscheinende, schwache, bläuliche Flamme.

VII. Borsäure.

Eigenschaften. Bildet farblose, glänzende, schuppige Krystalle, von geringem Geschmack, in Wasser schwer löslich. Beim Erhitzen schmilzt sie und bläht sich stark auf, indem sie 43,6 Procent oder 3 Atome chemisch gebundenes Wasser verliert. Die in der Glühhitze geschmolzene wasserfreie Säure ist ein farbloses, durchsichtiges Glas. In Wasserdampf ist die Borsäure flüchtig. Ihre Auflösung in Weingeist brennt mit grüner Flamme.

Darstellung. Man löst 1 Theil Borax (borsaures Natron) in 4 Theilen kochenden Wassers auf und setzt $\frac{1}{4}$ Theil Schwefelsäure hinzu. Beim Erkalten scheidet sich die Borsäure in Krystallen ab.

Die Borsäure besteht aus 1 Atom Bor und 3 Atomen Sauerstoff, $=\ddot{B}$. Atomgewicht $= 436{,}20$.

Sie ist eine der schwächsten Säuren. In der Glühhitze aber vermag sie selbst starke Säuren auszutreiben, und fast alle basischen Oxyde aufzulösen.

VIII. Kieselsäure.

Vorkommen. In sehr grofser Menge und allgemein auf

Digitized by Google

der Erde verbreitet. Krystallisirt als Bergkrystall; ferner als Quarz, Sand, Chalcedon, Feuerstein, Opal etc.

Eigenschaften. Als Bergkrystall ist die Kieselsäure farblos, durchsichtig, sehr hart; die aus Verbindungen abgeschiedene, künstlich dargestellte ist ein weifses, sich rauh anfühlendes, geschmackloses Pulver. Nur im Sauerstoffgasgebläse schmelzbar. In Wasser und allen Säuren, die Flufssäure ausgenommen, vollkommen unlöslich. Besteht aus 1 Atom Kiesel und 3 Atomen Sauerstoff, $= \ddot{S}i$. Atomgewicht 577,31.

Die Kieselsäure ist eine nur höchst schwache Säure. In Verbindung mit Basen bildet sie eine sehr grofse Klasse von Mineralien, z. B. den Feldspath, Glimmer, Granat; ähnliche, künstliche Verbindungen sind das Glas und Porzellan.

Aus ihren Verbindungen auf nassem Wege abgeschieden, bildet die Kieselsäure, gleich der aus Chlor-, Fluor- und Schwefel-Kiesel durch Wasser-Zersetzung entstandenen, nicht ein Pulver, sondern eine dicke, aufgequollene, durchscheinende Gallerte, und in diesem Zustande ist sie sowohl in Säuren, als auch in reinem Wasser in bedeutender Menge löslich. Hieraus ihr Vorkommen in Quellwassern, besonders in den heifsen Quellen auf Island, und die Bildung des Kieselsinters in denselben erklärlich. Sobald sie aber ausgetrocknet und erhitzt worden ist, hat sie diese Löslichkeit vollständig verloren.

Sauerstoffsäuren mit zusammengesetztem Radical.

Die Anzahl der Sauerstoffsäuren mit zusammengesetztem Radical ist sehr grofs. Sehr viele kommen im Pflanzenreich fertig gebildet vor, und diese werden vorzugsweise Pflanzensäuren genannt. Andere werden, durch Einwirkung namentlich der Salpetersäure und der starken Salzbasen, oder durch Einwirkung einer höhern Temperatur, aus organischen Stoffen künstlich gebildet. Keine einzige aber läfst sich unmittelbar aus ihren Elementen zusammensetzen. Die Pflanzensäuren bestehen alle aus Kohlenstoff, Wasserstoff

Digitized by Google

und Sauerstoff, in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden. Man kann sie daher auch betrachten als Verbindungen von Sauerstoff mit aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Radicalen. — Die Beschreibung dieser Säuren folgt in der organischen Chemie.

Zu den Sauerstoffsäuren mit zusammengesetztem Radical gehören ferner die

Säuren des Cyans.

1. Cyansäure.

Bildung. Die Cyansäure kann nicht unmittelbar aus Cyan und Sauerstoff zusammengesetzt werden. Sie bildet sich aber auf ganz ähnliche Weise wie die Chlorsäure, indem man nämlich Cyangas in eine Auflösung einer starken Basis, z. B. Kali, leitet, wodurch cyansaures Kali und Cyankalium entsteht. Sie bildet sich ferner durch Glühen von Kali in Cyangas, wodurch dieselben Producte erhalten werden. Oder endlich durch Glühen von Cyaneisenkalium mit Mangansuperoxyd, aus welchem Gemenge sich nachher das gebildete cyansaure Kali durch kochenden Alkohol ausziehen und krystallisirt erhalten läfst.

Aus ihren Salzen kann die Cyansäure nicht durch Zersetzung mit anderen stärkeren Säuren dargestellt werden, weil sie sich in dem Augenblick des Freiwerdens mit dem gegenwärtigen Wasser in Kohlensäure und Ammoniak zersetzt, welche erstere unter Aufbrausen entweicht, während letzteres mit der zugesetzten Säure verbunden bleibt. Man erhält sie aber durch Destillation der Cyanursäure (s. S. 61.).

Eigenschaften. Nur in wasserhaltigem Zustande bekannt. Farblose, durchdringend und stechend sauer riechende Flüssigkeit. Erzeugt augenblicklich auf der Haut schmerzhafte Blasen. Von höchst geringer Beständigkeit bei gewöhnlicher Temperatur; verwandelt sich, wenige Augenblicke nach ihrer Darstellung, unter freiwilliger Erhitzung und explosionsartigem Aufkochen, in eine weifse, feste, geschmack- und geruchlose Masse, ohne Veränderung der Zusammensetzung. — Mit Wasser zersetzt sich

Digitized by Google

die Cyansäure unter heftigem Aufbrausen in Kohlensäuregas und kohlensaures Ammoniak.

Die Cyansäure besteht aus:

2 Atomen Cyan = { 2 At. Kohlenstoff / 2 At. Stickstoff } und

1 Atom Sauerstoff.

Das Gewicht ihres Atoms, = C̈N oder Ċy, ist = 429,91.

Die eben beschriebene wasserhaltige Cyansäure besteht aus 1 Atom Cyansäure und 1 Atom Wasser. Die Bestandtheile von 2 Atomen Wasser hinzugerechnet, giebt die Zusammensetzung von 1 Atom kohlensaurem Ammoniak und 1 Atom Kohlensäure.

2. Knallsäure.

Bildung. Durch gegenseitige Einwirkung von salpetersaurem Quecksilber- oder Silberoxyd, Salpetersäure und Alkohol.

Eigenschaften. Nur in Verbindung mit Salzbasen bekannt, da sie sich bei der Abscheidung aus ihren Salzen auf ähnliche Weise wie die Cyansäure zersetzt.

Die knallsauren Salze sind ausgezeichnet durch die Eigenschaft, durch Druck, Stofs oder Erwärmen mit der gröfsten und gefährlichsten Heftigkeit zu explodiren, unter Entwickelung von Stickgas und Kohlenoxydgas.

Die Knallsäure hat genau dieselbe Zusammensetzung wie die Cyansäure, von der sie also eine isomerische Abänderung ist.

3. Cyanursäure.

Bildung. Durch Kochen des festen Chlorcyans (= 2 At. Chlor + 2 At. Cyan) mit Wasser; oder durch Destillation des Harnstoffs.

Eigenschaften. Farblose, glänzende, in Wasser schwer lösliche Krystalle, von schwachem Geschmack. Die aus Wasser krystallisirte verliert bei gelindem Erwärmen 21,5 Procent Krystallwasser.

In einem Destillationsgefäfs erhitzt, zeigt die wasserfreie Cyanursäure eine sehr merkwürdige Erscheinung. Sie

Digitized by Google

verwandelt sich nämlich in wasserhaltige *Cyansäure*, und destillirt als solche, als klare, flüchtige Flüssigkeit über.

Die Cyanursäure ist in der That aus denselben Elementen in derselben relativen Atomenanzahl wie die wasserhaltige Cyansäure zusammengesetzt. Diese letztere besteht nämlich aus 2 Atomen Kohlenstoff, 2 Atomen Stickstoff, 2 Atomen Sauerstoff und 2 Atomen Wasserstoff, verbunden mit einander zu Cyansäure und Wasser.

Aus dem Sättigungsvermögen der *Cyanursäure* aber folgt, dafs das Atom dieser Säure besteht aus 3 Atomen Kohlenstoff, 3 Atomen Stickstoff, 3 Atomen Sauerstoff und 3 Atomen Wasserstoff ($C^3N^3H^3O^3$), und dafs ihr Atomgewicht 813,59 ist.

Durch Einwirkung einer höheren Temperatur erfolgt nun eine Umsetzung der Atome in der Art, dafs sich Cyansäure und Wasser bilden, und dafs aus 2 Atomen *Cyanur*säure 3 Atome wasserhaltige *Cyan*säure entstehen.

Auf einer ähnlichen Umsetzung der Bestandtheile beruht die Bildung der Cyanursäure durch Erhitzen des Harnstoffs.

Der Harnstoff, ein farbloser, krystallisirter Körper und der charakteristische Bestandtheil des Harns, hat dieselbe Zusammensetzung wie das wasserhaltige cyansaure Ammoniak. Auch kann er künstlich erzeugt werden aus wasserhaltiger Cyansäure und Ammoniak, ohne dafs er wirkliches cyansaures Ammoniak ist.

1 Atom Harnstoff besteht aus 2 Atomen Kohlenstoff, 4 Atomen Stickstoff, 8 Atomen Wasserstoff und 2 Atomen Sauerstoff.

Wird der Harnstoff erhitzt, so verwandelt er sich in Ammoniak (=1 Atom Stickstoff +3 Atomen Wasserstoff), welches weggeht, und in Cyanursäure, die als ein weifses Pulver zurückbleibt, und man erhält aus 3 Atomen Harnstoff 2 Atome Cyanursäure und 6 Atome Ammoniak.

4. Unlösliche Cyanursäure.

Diefs ist die weifse Substanz, in welche sich die flüssige, wasserhaltige Cyansäure so rasch verwandelt. — Weifser, in Wasser unlöslicher, geschmackloser, nicht krystal-

Digitized by Google

linischer Körper. Ist gleich zusammengesetzt mit der krystallisirbaren Cyanursäure, von der er eine isomerische Abänderung ist. — Verwandelt sich beim Erhitzen in wasserhaltige Cyansäure.

B. Sulfide.

Unter den Metalloïden sind es nur der Wasserstoff und der Kohlenstoff, die mit dem Schwefel Sulfide, d. h. Verbindungen bilden, welche sich zu Schwefelmetallen verhalten wie die Sauerstoffsäuren zu den basischen Oxyden, welche sich nämlich mit Schwefelmetallen zu Schwefelsalzen vereinigen können. Bei den Metallen dagegen sind in der Regel alle diejenigen Schwefelverbindungen Sulfide, die den Sauerstoffsäuren derselben Metalle proportional zusammengesetzt sind.

In ihren Verbindungen mit den basischen Schwefelmetallen befolgen die Sulfide dieselben Gesetze wie die Sauerstoffsäuren.

1. Wasserstoffsulfid (Schwefelwasserstoff).

Bildung. Die Vereinigung zwischen Schwefel und Wasserstoff läfst sich nur unvollkommen auf unmittelbarem Wege bewerkstelligen; sie geht aber leicht dadurch vor sich, dafs beide Körper in dem Augenblick, wo sie aus anderen Verbindungen frei werden, mit einander in Berührung kommen; z. B. bei der Auflösung von Schwefeleisen in verdünnter Schwefelsäure.

Eigenschaften. Das Wasserstoffsulfid ist ein farbloses Gas, ausgezeichnet durch einen höchst stinkenden, faulen Eiern ähnlichen Geruch; beim Einathmen wirkt es giftig; es ist brennbar und läfst sich schon durch glimmende Kohle entflammen; blankes Silber und Kupfer werden dadurch geschwärzt. Spec. Gewicht 1,1912. Durch einen sehr starken Druck wird es zu einer farblosen, sehr dünnen Flüssigkeit condensirt, die bei Aufhebung des Drucks unter Explosion wieder gasförmig wird.

Wasser absorbirt, je nach der Temperatur, 2 bis 3

Digitized by Google

Maafs Schwefelwasserstoffgas, und nimmt dadurch seinen Geruch und Geschmack an. Durch Einwirkung der Luft wird es milchig von abgesetztem Schwefel. Eben so wirken salpetrige Säure und Chlor. Durch Kochen entweicht wieder der ganze Gasgehalt. Die sogenannten Schwefelwasser oder hepatischen Mineralwasser sind natürlich vorkommende Auflösungen von Schwefelwasserstoff in Wasser.

Metalle, z. B. Zinn, in Schwefelwasserstoffgas geschmolzen, entziehen ihm den ganzen Schwefelgehalt, mit Zurücklassung eines unveränderten Volumens reinen Wasserstoffgases.

Seine Zusammensetzung ist analog der des Wassers; es besteht aus 1 Volumen Wasserstoffgas und $\frac{1}{2}$ Volumen Schwefelgas, verdichtet zu 1 Volumen, oder aus 2 Atomen Wasserstoff und 1 Atom Schwefel. In 100 Theilen enthält es 94,16 Theile Schwefel und 5,84 Theile Wasserstoff. Sein Atom, $=\dot{H}S$ oder $\dot{H}$ *), wiegt 213,65.

Mit den meisten Metalloxyden zersetzt es sich und bildet damit Wasser und Schwefelmetalle. Aber mit den Schwefelverbindungen der Alkalimetalle verbindet es sich, und bildet damit Salze, worin Basis und Sulfid gleiche Mengen Schwefel enthalten.

Da viele der durch Schwefelwasserstoff gebildeten Schwefelmetalle in Wasser unauflöslich und gefärbt sind, so bietet dieses Gas eins der wichtigsten Mittel zur Erkennung und Scheidung der Metalle dar.

Wasserstoffsupersulfuret. Zersetzt man eine Auflösung vom höchsten Schwefelcalcium (erhalten durch Kochen von Schwefel mit gelöschtem Kalk und Wasser) durch Zumischung zu Chlorwasserstoffsäure, so scheidet sich ein zu Boden sinkender, gelber, ölartiger Körper ab, der eine Verbindung von Wasserstoff mit mehr Schwefel ist, als das Wasserstoffsulfid enthält. Selbst in verschlossenen Gefäfsen zersetzt sie sich bald in Schwefelwasserstoffgas und krystallisirten Schwefel, daher sie sich gut zur Darstellung des condensirten Schwefelwasserstoffgases eignet.

Koh-

*) Ein Komma über einem Atomzeichen bedeutet ein Schwefelatom.

Digitized by Google

2. Kohlensulfid (Schwefelkohlenstoff).

Bildung. Entsteht nicht, wenn man Schwefel und Kohle zusammen destillirt; entsteht aber, wenn man Schwefel in Gasform über glühende Kohle leitet.

Eigenschaften. Farblose, sehr dünne und lichtbrechende Flüssigkeit, von eigenthümlichem, widrigem Schwefelgeruch; von 1,272 spec. Gewicht, also in Wasser untersinkend, darin unlöslich. Höchst flüchtig, siedet schon bei $+46°,6$. Leicht entzündlich, mit blauer Flamme zu Kohlensäure und schwefliger Säure verbrennend.

Metalle, in seinem Gas geglüht, verwandeln sich in Schwefelmetalle, gemengt mit Kohle.

Das Kohlensulfid hat eine analoge Zusammensetzung wie die Kohlensäure, es besteht aus 1 Atom Kohlenstoff und 2 Atomen Schwefel, $=\ddot{C}$. Sein Atomgewicht ist 478,77. In seinen Salzen enthält die Basis halb so viel Schwefel, als das Sulfid.

Mit den starken Sauerstoffbasen zersetzt es sich theilweise unter gleichzeitiger Bildung eines kohlensauren und eines Kohlensulfid-Salzes.

Der Schwefelkohlenstoff ist ein Auflösungsmittel für den Schwefel, woraus dieser in regelmäfsigen Krystallen zu erhalten ist.

C. Wasserstoffsäuren.

Chlor, Brom, Jod und Fluor machen unter den einfachen Stoffen eine ganz eigene Klasse von Körpern aus. Obgleich zusammengesetzt, mufs auch das Cyan, wegen seines ähnlichen Verhaltens, dazu gerechnet werden.

Diese Körper bilden nicht allein mit Sauerstoff Säuren, sondern es sind auch ihre Verbindungen mit Wasserstoff Säuren, und diese nennt man *Wasserstoffsäuren.*

Die Wasserstoffsäuren sind durch dieselben Eigenschaften charakterisirt, wie die Sauerstoffsäuren, und würden durch ihren völlig gleichen Geschmack und ihre Wirkung auf Pflanzenfarben von jenen nicht zu unterscheiden sein.

Digitized by Google

Allein zu den basischen Oxyden verhalten sie sich anders. Sie verbinden sich nicht mit ihnen, sondern sie zersetzen sich damit, und zwar stets auf eine solche Weise, dafs der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Oxyds Wasser, und das Radical der Säure mit dem Metalle des Oxyds ein Salz bildet. So z. B. giebt Chlorwasserstoffsäure mit Natriumoxyd Wasser und Chlornatrium (Kochsalz).

In Beziehung auf diese Eigenschaft, mit den basenbildenden Metallen Verbindungen hervorzubringen, welche in ihren Eigenschaften von den Sauerstoffsalzen nicht unterschieden sind, also Salze zu bilden, welche keinen Sauerstoff enthalten und nur aus zwei Elementen bestehen, hat man die eben genannten Körper *Salzbilder* (Corpora halogenia), und ihre Verbindungen mit den basenbildenden Metallen *Haloïdsalze* genannt.

Unter den Wasserstoffsäuren giebt es nicht, wie bei den Sauerstoffsäuren, mehrere Säurestufen von einem und demselben Radical. Jedes Radical bildet nur eine Wasserstoffsäure. Die Wasserstoffsäuren sind Säuren mit einfachem, oder Säuren mit zusammengesetztem Radical.

1. Chlorwasserstoffsäure.

Darstellung. Wie schon Seite 11. erwähnt wurde, ist die Chlorwasserstoffsäure ein Gas, welches durch unmittelbare Vereinigung seiner Elemente entstehen kann. Gewöhnlich aber wird sie aus dem Kochsalz, einer Verbindung von Chlor mit dem Metalle Natrium, bereitet, und zwar dadurch, dafs man es in einem Gasentwickelungs-Apparat mit concentrirter Schwefelsäure übergiefst. Der Wassergehalt der Schwefelsäure liefert hierbei dem Chlor im Salz den Wasserstoff, und das Salz wird in schwefelsaures Natriumoxyd (Glaubersalz) verwandelt. Das sich entwickelnde Gas wird über Quecksilber aufgefangen, wenn man es als Gas haben will, oder in Wasser geleitet, wenn man flüssige Chlorwasserstoffsäure zu bereiten beabsichtigt.

Eigenschaften. Das Chlorwasserstoffsäuregas ist farblos, raucht stark in der Luft, besitzt einen sehr stechenden, erstickenden Geruch, und läfst sich durch einen sehr

Digitized by Google

starken Druck zu einer farblosen Flüssigkeit verdichten. Sein spec. Gewicht ist 1,254.

Basische Metalloxyde in dieses Gas gebracht, verschlukken dasselbe vollständig, und es bildet sich Wasser und ein festes Chlormetall (Haloïdsalz). In einigen Fällen ist diese Vereinigung mit Feuer-Erscheinung verbunden. — Werden solche Metalle, die das Wasser zersetzen können, in diesem Gase erhitzt, so zersetzen sie dasselbe, indem sie ihm das Chlor entziehen und $\frac{1}{2}$ Volumen reines Wasserstoffgas zurücklassen.

Das Chlorwasserstoffsäuregas besteht aus $\frac{1}{2}$ Volumen Chlorgas und $\frac{1}{2}$ Volumen Wasserstoffgas, oder aus 1 Atom Chlor und 1 Atom Wasserstoff, =ClH (vergl. S. 29.).

Flüssige Chlorwasserstoffsäure. Das Chlorwasserstoffsäuregas wird in grofser Menge und mit aufserordentlicher Schnelligkeit vom Wasser absorbirt. 1 Volumen Wasser kann bei niedriger Temperatur 464 Volumen Gas verschlukken, und diefs geschieht unter starker Erhitzung. Die hierdurch entstehende Flüssigkeit ist höchst sauer und ätzend, und bekannt unter dem Namen *Salzsäure.* Sie ist für den Chemiker und für mehrere technische Endzwecke eine der wichtigsten Säuren, und wird in grofser Menge fabricirt.

Die reine und mit Gas völlig gesättigte Salzsäure ist farblos, raucht an der Luft, riecht sehr stechend, schmeckt höchst sauer und wirkt ätzend, hat 1,19 spec. Gewicht, kocht sehr leicht unter Entwickelung von Chlorwasserstoffsäuregas, wobei sie also verdünnt wird, und sich ihr Kochpunkt erhöht, bis zu dem Punkt, wo das Wasser kein Gas mehr entweichen läfst und sich mit der Säure verflüchtigt. — Die verdünnte Säure raucht nicht an der Luft. Die im Handel vorkommende Säure ist durch verunreinigende Stoffe gewöhnlich gelb gefärbt.

Zu den basischen Metalloxyden und ihren Metallen verhält sich die flüssige Säure wie das Gas. Sie lösen sich darin auf, wenn das sich bildende Chlormetall in Wasser löslich ist; die Oxyde ohne Gasentwickelung, die Metalle unter Entwickelung von Wasserstoffgas. Die Erscheinungen hierbei sind ganz dieselben, wie die Auflösung eines

Digitized by Google

Oxyds oder Metalles in verdünnter Schwefelsäure, wiewohl der innere Vorgang ein anderer ist.

Das *Königswasser*, welches vorzüglich zur Auflösung des Goldes und Platins dient, ist ein Gemenge von 1 Th. Salpetersäure mit 4 Th. Chlorwasserstoffsäure, welches seine auflösende Eigenschaft dem darin freiwerdenden Chlor verdankt.

2. Brom- und Jod-Wasserstoffsäure.

Brom verbindet sich nur schwierig, und Jod gar nicht unmittelbar mit Wasserstoff. Auch können diese beiden Wasserstoffsäuren nicht wohl dadurch dargestellt werden, dafs man Brom- oder Jod-Natrium mit Schwefelsäure zersetzt, weil sich ein Theil der Schwefelsäure mit der entstehenden Wasserstoffsäure, wie es namentlich bei der Jodwasserstoffsäure der Fall ist, in schweflige Säure, Wasser und Brom oder Jod zersetzt. — Am besten erhält man Brom- oder Jod-Wasserstoffsäuregas durch Befeuchten von Brom- oder Jod-Phosphor mit Wasser, wobei dieses zersetzt wird. Die flüssige Jodwasserstoffsäure erhält man, wenn man Schwefelwasserstoffgas in ein Gemisch von Jod und Wasser leitet, wobei das Jod den Wasserstoff des Gases aufnimmt und der Schwefel abgeschieden wird.

Beide Gase haben mit dem Chlorwasserstoffsäuregas die gröfste Aehnlichkeit. Sie haben denselben erstickenden Geruch, rauchen an der Luft, und werden in grofser Menge von Wasser absorbirt, womit sie saure Flüssigkeiten bilden, ganz ähnlich der Salzsäure. — Auch bestehen beide Säuren aus gleichen Atomen ihrer Elemente. Das Jodwasserstoffsäuregas hat 4,44 spec. Gewicht, ist also eins der schwersten Gase, und enthält in 100 Gewichtstheilen nur 0,784 Wasserstoff.

Beide Gase haben die Eigenschaft, sich mit Phosphorwasserstoffgas zu einem festen, in farblosen Würfeln krystallisirenden, flüchtigen Körper zu verdichten, der sich in Berührung mit Wasser augenblicklich wieder in seine beiden Bestandtheile zersetzt.

3. Fluorwasserstoffsäure.

Darstellung. Durch Destillation von fein gepulvertem

Digitized by Google

Flufsspath (Fluorcalcium) mit concentrirter Schwefelsäure in einer Platinretorte. Die verdünnte Säure kann auch in einem Destillationsapparate von Blei bereitet werden. Das Fluorcalcium wird dabei in schwefelsaure Kalkerde umgeändert.

Eigenschaften. Die Fluorwasserstoffsäure (oder Flufssäure) ist eine wasserhelle, rauchende, sehr flüchtige Flüssigkeit, von stechend saurem Geruch; sie zieht auf der Haut schmerzhafte und gefährliche Blasen, und ihr Dampf wirkt beim Einathmen sehr nachtheilig.

Die Flufssäure ist vor allen anderen Säuren dadurch ausgezeichnet, dafs sie in Glas ätzt, und das Glas, und selbst die reine Kieselsäure, unter starker Erhitzung auflöst, was in der grofsen Verwandtschaft zwischen Fluor und Kiesel seinen Grund hat. Daher ihre Anwendung zum Aetzen von Schrift und Zeichnungen in Glas, und zur Analyse kieselsäurehaltiger Mineralien, und daher die Nothwendigkeit, sie in Gefäfsen von Gold oder Platin aufzubewahren.

Die Fluorwasserstoffsäure besteht aus 1 Atom Fluor und 1 Atom Wasserstoff, $=FH$. Zu Metallen und Oxyden verhält sie sich wie die Chlorwasserstoffsäure. Mit Wasser ist sie in allen Verhältnissen mischbar, erhitzt sich aber dabei bis zum Sieden.

1771 von Scheele entdeckt.

Kieselfluorwasserstoffsäure. Fluorkieselgas, in Wasser geleitet, zersetzt sich mit demselben in sich abscheidende gallertartige Kieselsäure und in Fluorwasserstoffsäure. Letztere aber tritt mit einem Antheil unzersetzten Fluorkiesels in Verbindung, und bildet damit eine schwach rauchende, sehr saure Flüssigkeit, die Kieselfluorwasserstoffsäure, $=3HF+2SiF^3$. Sie bildet sich ebenfalls, wenn man Kieselsäure (z. B. Bergkrystall) in nicht zu concentrirter Flufssäure auflöst.

Die Kieselfluorwasserstoffsäure zersetzt sich mit den basischen Oxyden auf die Weise, dafs sich Wasser und Doppelsalze von Fluorkiesel mit Fluormetallen bilden.

4. Cyanwasserstoffsäure.

Darstellung. Durch Zersetzung von Cyanmetallen mit

anderen Säuren, z. B. durch Destillation von Cyanqueck-silber mit Chlorwasserstoffsäure.

Eigenschaften. Die Cyanwasserstoffsäure, bekannt unter dem gewöhnlicheren Namen *Blausäure*, ist eine wasserhelle Flüssigkeit, von eigenthümlichem, starkem, bittermandelartigem Geruch und Geschmack. Ihr spec. Gewicht ist 0,7; sie siedet schon bei +26°,5. Bei —15° erstarrt sie krystallinisch. Mit Wasser nach allen Verhältnissen mischbar. Höchst giftig.

Diese Säure zersetzt sich in kurzer Zeit von selbst, unter Absetzung einer dunkelbraunen Substanz und Bildung von cyanwasserstoffsaurem Ammoniak. Ihr Dampf ist entzündlich und verbrennt zu Wasser und einem Gasgemenge aus 2 Volumen Kohlensäuregas und 1 Volumen Stickgas. Dieselbe Zersetzung geschieht durch glühendes Kupferoxyd.

Die Cyanwasserstoffsäure besteht aus 2 Atomen Cyan und 2 Atomen Wasserstoff, oder aus 2 Atomen Kohlenstoff, 2 Atomen Stickstoff und 2 Atomen Wasserstoff.

Bildet mit Metalloxyden Cyanmetalle und Wasser; mit Chlor Chlorwasserstoffsäure und Chlorcyan (vergl. S. 20.).

5. Schwefelcyanwasserstoffsäure.

Eigenschaften. Farblose, flüchtige, der Essigsäure ähnlich riechende Flüssigkeit. Zersetzt sich leicht von selbst, unter Absetzung einer gelben Schwefelcyan-Verbindung. Ausgezeichnet durch die Eigenschaft, die aufgelösten Eisenoxydsalze tief roth zu färben; dient daher zur Entdeckung höchst geringer Spuren von Eisen.

Bildung. Zweifach Schwefelkalium, in Cyangas geglüht, wird in Schwefelcyankalium verwandelt. Dasselbe Salz entsteht durch Erhitzen von Cyaneisenkalium mit Schwefel. Es ist farblos, krystallisirbar, und liefert bei der Destillation mit anderen Säuren die Schwefelcyanwasserstoffsäure.

Digitized by Google

METALLE.

Die 43 Elemente, welche man Metalle nennt, sind durch gewisse allgemeine äufsere Eigenschaften von den Metalloïden unterschieden; indessen giebt es zwischen beiden Klassen von Körpern keine recht scharfe Grenze, und selbst von jenen Eigenschaften findet man mehrere der als charakteristisch angenommenen auch bei Metalloïden.

Die Metalle sind vorzüglich ausgezeichnet durch ihren eigenthümlichen Glanz (Metallglanz), ihre Undurchsichtigkeit, und ihre vollkommene Leitungs-Fähigkeit für Electricität und Wärme.

Viele kennt man in krystallisirtem Zustande, und ohne Zweifel sind sie alle krystallisirbar. Sie sind alle schmelzbar, erfordern aber dazu höchst verschiedene Temperaturgrade (Quecksilber, Platin); manche sind auch flüchtig (Quecksilber, Zink).

Ihr specifisches Gewicht ist sehr verschieden; z. B. das vom Platin 21, das vom Silber 10, vom Eisen 7, vom Kalium, welches auf Wasser schwimmt, 0,8.

Die Metalle sind theils geschmeidig und dehnbar (hämmerbar, walzbar), theils spröde, brüchig. Die geschmeidigen sind zugleich zähe, daher in Draht ziehbar. Nur wenige Metalle haben bedeutende Härte.

Mit Sauerstoff, Schwefel und Chlor verbinden sich alle Metalle; mit Wasserstoff, Kohlenstoff, Bor und Kiesel nur wenige; mit Stickstoff nur die Alkali-Metalle; es ist wahrscheinlich, dafs sie sich auch alle mit Phosphor, Brom, Jod und Fluor verbinden, aber viele dieser letzteren Verbindungen sind bis jetzt noch unbekannt. Endlich verbinden sich auch viele Metalle unter sich.

Metalloxyde. Die Bildung der Metalloxyde kann auf mehrfache Weise geschehen; sie richtet sich hauptsächlich nach dem Verwandtschaftsgrade der einzelnen Metalle zum Sauerstoff. Oxydation kann bewirkt werden durch Glühen oder Schmelzen der Metalle in der Luft oder reinem Sauer-

Digitized by Google

stoffgas (Eisen, Blei, Zink); durch Wasserzersetzung bei gewöhnlicher Temperatur (Kalium); durch Glühen in Wasserdämpfen (Eisen); durch Auflösen in verdünnter Schwefelsäure, oder Wasserzersetzung bei Gegenwart einer Säure (Eisen, Zink); durch Salpetersäure, unter Bildung von Stickoxydgas (Kupfer, Zinn); durch Erhitzen mit Salpeter (salpetersaurem Kaliumoxyd); durch heifse concentrirte Schwefelsäure, unter Bildung von schwefliger Säure.

Die Eigenschaften der einzelnen Metalloxyde sind so sehr verschieden, dafs wenig Allgemeines darüber anzugeben ist. Sie sind alle feste Körper.

Von manchen Metallen kennt man nur eine einzige Oxydationsstufe; die meisten haben 2, andere 3, und noch andere selbst 4 und 5. Es giebt mehrere, welche alle Oxydarten bilden können, nämlich basische Oxyde (Oxydul und Oxyd), Superoxyde und Säuren, so z. B. Mangan. Manche Metalle bilden nur Säuren, z. B. Arsenik.

Allen oxydirten Metallen kann man den Sauerstoff wieder entziehen, aber hinsichtlich der Leichtigkeit und der Art, womit diefs möglich ist, verhalten sie sich sehr verschieden. Diese Sauerstoff-Entziehung oder Wiederherstellung eines Metalles in metallischen Zustand nennt man *Reduction, Reduciren*, welcher Ausdruck jedoch auch im Allgemeinen für die Wiederherstellung der Metalle auch aus anderen Verbindungen zu brauchen ist.

Die Oxyde gewisser Metalle lassen sich schon durch blofses Erhitzen reduciren oder in Sauerstoffgas und Metall zerlegen; z. B. die von Platin, Gold, Silber, Quecksilber. Man nennt sie auch *edle* Metalle, weil sie, das Quecksilber ausgenommen, zugleich die Eigenschaft haben, sich nicht durch Glühen oder Schmelzen in der Luft zu oxydiren (nicht anzulaufen oder ihren Glanz zu verlieren). Die Oxyde der meisten übrigen Metalle dagegen, die der *unedlen*, verlieren selbst in den höchsten Hitzgraden ihren Sauerstoff nicht, und sind nur dadurch reducirbar, dafs man sie in Berührung mit einem Körper erhitzt, welcher zum Sauerstoff gröfsere Anziehung hat, als das im Oxyd enthaltene Metall. Solche Körper sind vorzüglich der *Wasser-*

Digitized by Google

stoff und die *Kohle*. Bei Reduction mit ersterem werden die in Röhren gelegten Metalloxyde in dem darüber geleiteten Gasstrom geglüht; bei Reductionen mit Kohle wird das mit Kohlenpulver gemengte und gewöhnlich mit einem Flufsmittel (Glas, Borax, Pottasche) bedeckte Oxyd in einem verschlossenen *Tiegel*, oder, bei flüchtigen Metallen, in einem retortenartigen, feuerfesten Gefäfse, einem mehr oder weniger starken Ofen- oder Gebläse-Feuer ausgesetzt. Die Menge der zugesetzten Kohle richtet sich nach dem Sauerstoffgehalt des Oxydes, 100 Th. Sauerstoff nehmen 76,44 Th. Kohle auf, um Kohlenoxydgas zu bilden. — Höhere Oxydationsstufen, selbst von unedlen Metallen, verlieren indessen in der Regel schon durch blofses Glühen für sich einen Antheil ihres Sauerstoffs und verwandeln sich in eine niedrigere Stufe, so besonders alle Superoxyde.

Auch ohne Einwirkung von Wärme können viele Metalloxyde reducirt werden, namentlich aus ihren Auflösungen in Säuren durch hineingestellte oxydirbarere Metalle, so z. B. schlägt sich auf Eisen in einer Kupferoxyd-Auflösung metallisches Kupfer, auf Kupfer in einer Silberoxyd-Auflösung metallisches Silber, auf Zink in einer Bleioxyd-Auflösung metallisches Blei nieder u. s. w. Eben so wirken die Leitungsdrähte der electrischen Säule, deren zersetzender Kraft überhaupt keine Verbindung widersteht.

Wasserstoff und Metalle. Mit dem Wasserstoff verbinden sich nur 4 Metalle. Diese Verbindungen sind Gase und entstehen auf ähnliche Weise wie das Schwefelwasserstoffgas.

Schwefelmetalle. Die meisten Metalle lassen sich unmittelbar durch Zusammenschmelzen mit Schwefel vereinigen, welche Vereinigung, wie beim Sauerstoff, gewöhnlich von einer Feuererscheinung begleitet ist. Viele Schwefelmetalle können auch dadurch gebildet werden, dafs man die Oxyde dieser Metalle mit Schwefelwasserstoffgas in Berührung bringt, oder dafs man dieses Gas in ihre Auflösungen in Säuren leitet, oder dafs man die Oxyde in diesem Gas, oder auch in Schwefelkohlenstoffgas glüht, oder dafs man sie mit Schwefel zusammen erhitzt, oder endlich, dafs man schwefelsaure Metallsalze mit Kohle glüht.

Digitized by Google

Die meisten Schwefelmetalle besitzen vollkommenen Metallglanz und sind Leiter der Electricität. In der Regel hat jedes Metall eben so viele Schwefelungsstufen als Oxyde. Aehnlich den Oxyden sind die Schwefelmetalle entweder Basen oder Säuren (Sulfide), die sich unter einander verbinden können. Die Schwefelbasen entstehen durch Zersetzung der Sauerstoffbasen mit Schwefelwasserstoffgas, und die Metall-Sulfide durch Zersetzung der Metall-Sauerstoffsäuren mit Schwefelwasserstoff.

Die Schwefelmetalle können auf analoge Weise reducirt werden, wie die Oxyde; nur wenige lassen sich durch blofses Erhitzen in Schwefel und Metall zerlegen, z. B. Schwefelgold. Schwefelquecksilber (Zinnober) dagegen nicht; destillirt man es aber mit Eisen, so erhält man Schwefeleisen und metallisches Quecksilber. Durch Glühen in der Luft (Rösten) verwandeln sich die Schwefelmetalle in der Regel in Oxyde, indem ihr Schwefel zu schwefliger Säure verbrennt. Manche aber verwandeln sich dabei in schwefelsaure Metalloxyde.

Phosphormetalle. Nur wenige davon sind näher bekannt. Man erhält sie durch unmittelbare Vereinigung, oder indem man die aus den Knochen erhaltene glasige Phosphorsäure (vergl. S. 49.) mit dem Metall und Kohle zusammen schmilzt.

Chlormetalle. Das Chlor vereinigt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur mit den meisten Metallen, und mit vielen unter Feuer-Entwickelung. Die Chlormetalle stellt man aufserdem auf mehrfache Weise dar: durch Auflösung der wasserzersetzenden Metalle in Chlorwasserstoffsäure (Eisen, Zink), durch Auflösung der Metalle in Königswasser. Aus vielen Oxyden wird in der Glühhitze der Sauerstoff durch Chlorgas ausgetrieben, unter Bildung von Chlormetall; aus anderen Oxyden erst, wenn man sie, mit Kohlenpulver gemengt, in Chlorgas glüht, unter Bildung von Chlormetall und Kohlenoxydgas; die meisten Oxyde verwandeln sich mit Chlorwasserstoffsäure, sowohl der flüssigen als gasförmigen, in Chlormetalle und Wasser (vergl. S. 67.)

Die meisten Chlormetalle sind feste, krystallisirbare,

Digitized by Google

in Wasser lösliche Körper; mehrere sind sehr flüchtige Flüssigkeiten.

Ein Metall verbindet sich in der Regel in eben so vielen Verhältnissen mit Chlor, als es Oxydationsstufen hat. Immer entspricht wenigstens eine Chlorverbindung einem Oxyd desselben Metalles, und die Chlorverbindung enthält stets doppelt so viel Atome Chlor, als das Oxyd Atome Sauerstoff enthält. Indem sich die Oxyde mit Chlorwasserstoffsäure in Chlormetalle und Wasser zersetzen, werden für jedes Atom Sauerstoff im Oxyd 2 Atome Chlorwasserstoffsäure zersetzt, weil jedes Atom Sauerstoff 2 At. Wasserstoff braucht, um Wasser zu bilden. 2 At. Chlorwasserstoff aber enthalten 2 At. Chlor, die an die Stelle eines Sauerstoffatoms im Oxyd treten. — Oder mit anderen Worten, die Quantität Wasserstoff, welche mit dem Sauerstoff eines Oxyds Wasser bildet, reicht gerade hin, um mit dem Chlor in dem entsprechenden Chlormetall Chlorwasserstoff hervorzubringen. Hieraus geht auch hervor, dafs man die in Wasser aufgelösten Chlormetalle als chlorwasserstoffsaure Metalloxyde betrachten könnte.

Hat aber ein höheres Oxyd, z. B. ein Superoxyd, keine ihm entsprechende Chlorverbindung, und es zersetzt sich mit Chlorwasserstoffsäure, so bildet sich Wasser und ein niedrigeres, z. B. dem Oxydul entsprechendes Chlormetall, und es wird so viel Chlor frei, als das Metall mehr aufgenommen haben würde, wenn es ein dem angewandten Superoxyd entsprechendes Chlormetall hätte bilden können. Hierauf gründet sich die Darstellung des Chlorgases aus Salzsäure und Braunstein (vergl. S. 10.).

Diejenigen Chlormetalle, welche den basischen Oxyden entsprechen, sind Salze. Das dem Oxydul eines Metalles proportionale Salz wird *Chlorür*, und das dem Oxyd proportionale *Chlorid* genannt. Die den Säuren entsprechenden Verbindungsstufen nennt man *Superchlorür* und *Superchlorid*; z. B. Manganchlorür, Manganchlorid, Mangansuperchlorid. — Oefters können sich die Chlormetalle unter einander zu Doppelsalzen verbinden.

Die meisten Chlormetalle sind schmelzbar und in stär-

Digitized by Google

kerem Feuer flüchtig. Nur wenige werden, ähnlich den Oxyden der edlen Metalle, durch Wärme in Metall und Chlorgas zersetzt, z. B. Chlorgold, Chlorplatin. Kein Chlormetall ist durch Glühen oder Schmelzen mit Kohle reducirbar. Viele werden aber durch Erhitzen in Wasserstoffgas, oder durch Erhitzen mit anderen Metallen reducirt.

Alles, was die Bildungsweise, Zusammensetzung und Zersetzung der Chlormetalle betrifft, gilt im Allgemeinen auch für die *Brom-, Jod-* und *Fluor-Metalle.* Aus den Brom- und Jod-Metallen wird das Brom und Jod durch Chlor ausgetrieben, unter Bildung von Chlormetall. Die meisten Fluormetalle bilden mit Fluorkiesel Doppel-Verbindungen.

Die *Cyanmetalle* können theils durch unmittelbare Vereinigung, die meisten aber nur durch Behandlung der Oxyde mit Cyanwasserstoff dargestellt werden. Sie sind Haloïdsalze, und enthalten, wie die Chlormetalle, stets doppelt so viel Atome Cyan, als das entsprechende Oxyd Sauerstoffatome enthält. Sie sind alle feste Körper und werden meist in der Glühhitze zerstört. Mehrere derselben haben die Eigenschaft, sich mit den übrigen zu vereinigen.

Kohlenstoff und Metalle. Die Verbindungen der Metalle mit Kohlenstoff sind noch wenig bekannt. Stahl und Roheisen (Kohlenstoff-Eisen) sind die wichtigsten und am besten erforschten. Eben so verhält es sich mit den Verbindungen des *Kiesels* und *Bors.*

Legirungen, — werden im Allgemeinen die Verbindungen der Metalle unter sich genannt. Man erhält sie durch Zusammenschmelzung der Metalle. Häufig ist die Vereinigung von einer Feuer-Erscheinung begleitet. Bekannte Verbindungen der Art sind das Messing (Zink und Kupfer), das Stückgut und Kanonengut (Zinn und Kupfer), das Münz- und Arbeitssilber (Kupfer und Silber). Wiewohl sich hierbei die Metalle in allen Verhältnissen zusammenschmelzen lassen, so ist doch nicht zu zweifeln, dafs dabei jedesmal eine Verbindung in bestimmtem Verhältnifs entsteht, die aber in dem Ueberschufs des einen oder anderen Metalls aufgelöst bleibt, wie besonders aus dem Verhalten einiger flüchtigen Metalle hervorgeht, deren Ueber-

Digitized by Google

schufs von der übrigen Verbindung abdestillirt werden kann. Manche Metalle lassen sich übrigens mit gewissen anderen gar nicht verbinden. Immer werden schwerschmelzbare Metalle, durch die Zumischung anderer, viel leichtflüssiger, z. B. Platin und Blei. Hierauf gründet sich auch das *Löthen.* — Die Verbindungen des Quecksilbers mit anderen Metallen nennt man *Amalgame.*

Salze.

Die grofse Klasse der Verbindungen, die man Salze nennt, zerfällt in zwei Abtheilungen, in *Haloïdsalze* und in *Amphidsalze.*

Haloïdsalze nennt man diejenigen Körper, welche aus der unmittelbaren Vereinigung eines Salzbilders mit einem basenbildenden Metall, oder aus der Vereinigung der Wasserstoffsäure eines Salzbilders mit einem basischen Metalloxyd entspringen; z. B. Chlornatrium, Cyansilber.

Amphidsalze sind diejenigen, die aus der Vereinigung eines Oxyds mit einer Sauerstoffsäure, oder aus der Vereinigung eines basischen Schwefelmetalles mit einem Sulfid entstehen; z. B. chlorsaures Natriumoxyd, cyansaures Silberoxyd, Schwefelwasserstoff-Schwefelnatrium. Die ersteren nennt man *Sauerstoffsalze,* die zweiten *Schwefelsalze.*

1. *Sauerstoffsalze.* Wenn man mit einer Sauerstoffsäure eine hinreichende Menge eines Oxyds in Berührung bringt, so verschwinden die sauren Eigenschaften der Säure, sie vereinigt sich, gewöhnlich unter starker Erhitzung, mit dem Oxyd, sättigt sich oder neutralisirt sich damit, und der daraus entspringende neue Körper ist ein Sauerstoffsalz. Z. B. aus Salpetersäure und Kali (Kaliumoxyd) entsteht das unter dem Namen Salpeter bekannte Salz, aus Schwefelsäure und Kupferoxyd der Kupfervitriol, aus Schwefelsäure und Kalkerde der Gyps.

Das mit einer Säure verbundene Oxyd wird die *Basis* des Salzes genannt. Die wissenschaftlichen Namen der Salze werden aus dem Namen der Säure und dem der Basis gebildet, z. B. salpetersaures Kaliumoxyd (Salpeter), schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol), schwefelsaure

Digitized by Google

Kalkerde (Gyps); schwefligsaures Eisenoxydul, unterschwefelsaure Kalkerde, u. s. w.

Für jedes Atom Sauerstoff, welches eine Basis enthält, nimmt diese in der Regel ein Atom Säure auf. Ein so zusammengesetztes Salz heifst ein *neutrales* Salz.

Viele Basen haben aber die Eigenschaft, sich mit gewissen Säuren in mehr als einem Verhältnifs zu verbinden. Enthält ein solches Salz mehr Säure, als das neutrale, so wird es ein *saures*, und enthält es mehr Basis, so wird es ein *basisches Salz* genannt. Die sauren Salze schmecken und reagiren in der Regel sauer, und in ihnen ist dieselbe Menge Basis gewöhnlich mit $1\frac{1}{2}$ oder mit 2, 3, 4 mal so viel Säure als im neutralen Salze verbunden, das heifst, sie enthalten auf 1 Atom Basis 2, 3, 4 Atome Säure, oder, bei der $1\frac{1}{2}$fachen Menge Säure, auf 2 Atome Basis 3 Atome Säure. Beispiele: zweifach schwefelsaures Kali, anderthalb kohlensaures Kali. Auf dieselbe Weise vervielfältigt sich die Menge der Basis in den basischen Salzen.

Doppelsalze sind diejenigen Salze, worin eine Säure mit zwei Basen verbunden ist; z. B. Alaun (schwefelsaure Thonerde mit schwefelsaurem Kali).

Viele Salze haben die Eigenschaft, sich wechselseitig zu zersetzen, so dafs die Säuren ihre Basen vertauschen; in diesem Falle entstehen aus zwei neutralen Salzen wieder zwei neutrale Salze, ohne dafs weder Säure noch Basis übrig bleibt; denn beide Salze zersetzen sich dabei genau in dem Verhältnifs ihrer Atomgewichte, es findet also jede Säure gerade so viel von der anderen Basis vor, als sie zur Sättigung bedarf.

Wenn man z. B. eine Auflösung von neutralem salpetersauren Bleioxyd mit einer Auflösung von neutralem schwefelsauren Kupferoxyd (Kupfervitriol), gleichviel in welchem Verhältnisse, vermischt, so zersetzen sich beide Salze gegenseitig, und es entsteht daraus salpetersaures Kupferoxyd und schwefelsaures Bleioxyd. 1 Atom salpetersaures Bleioxyd (eine Gewichtsmenge $=2071$) zersetzt sich gerade mit 1 Atom Kupfervitriol (einer Gewichtsmenge $=996$), und giebt damit 1 Atom (oder 1895 Gewichtstheile)

Digitized by Google

schwefelsaures Bleioxyd und 1 Atom (oder 1172 Gewichtstheile) salpetersaures Kupferoxyd. Was von dem einen oder dem anderen mehr zugegen ist, bleibt unzersetzt.

Um zu finden, wie viel salpetersaures Kupferoxyd auf diese Weise aus z. B. 100 Theilen Kupfervitriol erhalten werden kann, setzt man die Proportion: Das Atomgewicht des Kupfervitriols = 996, verhält sich zum Atomgewicht des salpetersauren Kupferoxyds = 1172, wie sich verhält 100 zu der gesuchten Menge, nämlich = 117. Aus 100 Gewichtstheilen Kupfervitriol erhält man also 117 Th. salpetersaures Kupferoxyd *).

Wollte man die Menge metallischen Kupfers wissen, die aus 100 Th. Kupfervitriol z. B. durch Niederschlagung mit Eisen erhalten werden kann, so setzt man die Proportion 996 (Atomgewicht des Vitriols) : 395 (Atomgewicht des Kupfers) = 100 : x = 39 Kupfer.

Viele Salze, welche im Wasser entstehen, verbinden sich mit einer gewissen Menge Wassers chemisch, welches alsdann auf ihre Krystallform und häufig auf ihre Farbe wesentlichen Einfluſs hat (*Krystallwasser*). Die Anzahl der Wasser-Atome in den verschiedenen Salzen ist sehr verschieden. Zuweilen kann ein und dasselbe Salz, unter verschiedenen Umständen, ungleiche Mengen Wassers aufnehmen, und dann unter verschiedenen Formen krystallisiren.

Manche krystallisirte Salze enthalten bis zu 10 Atomen oder mehr als die Hälfte ihres Gewichts Wasser (schwefelsaures und kohlensaures Natron); andere krystallisirende nehmen niemals Wasser auf (Salpeter). Viele der wasserhaltigen Salze verlieren in trockner Luft ihr Wasser, sie *verwittern*. Beim Erhitzen schmelzen sie in ihrem Wasser, werden aber, bei derselben Temperatur, wieder fest, sobald sie dabei das Wasser verloren haben. Beim Uebergieſsen mit Wasser nehmen sie dasselbe Wasser wieder auf (Erhärten des gebrannten Gypses mit Wasser). Andere Salze ziehen umgekehrt die Feuchtigkeit aus der Luft an, lösen sich darin auf, *zerflieſsen* (Pottasche).

*) Die Salze im wasserfreien Zustand angenommen.

Digitized by Google

Mit wenigen Ausnahmen, kann jede Säure mit jeder Basis ein Salz bilden; die Anzahl der Salze ist daher sehr grofs. Aufser der unmittelbaren Vereinigung giebt es noch mehrere andere Wege, um Salze hervorzubringen, wie unter andern das obige Beispiel der gegenseitigen Zersetzung von salpetersaurem Bleioxyd und Kupfervitriol zeigt; ferner die Umwandlung von Schwefelkupfer in schwefelsaures Kupferoxyd durch Glühen in der Luft. Theils sind die Salze in Wasser auflöslich, krystallisirbar, von salzigem oder im Allgemeinen von der Basis abhängendem, eigenthümlichem Geschmack (Salpeter, Alaun, Kupfervitriol); theils sind sie unauflöslich, geschmacklos, unkrystallisirbar, pulverförmig, selbst wenn sie Krystallwasser enthalten (Bleiweifs, Gyps). Häufig aber kommen die durch Kunst nicht krystallisirbaren Salze im Mineralreich krystallisirt vor (Weifsbleierz, Feldspath, Kalkspath).

Gleich wie sich die Säuren mit Wasser chemisch verbinden, können auch die meisten basischen Oxyde eine gewisse Menge Wassers chemisch aufnehmen. Diese Verbindungen nennt man *Hydrate*, und sie sind als Salze zu betrachten, worin das Wasser die Säure ist (z. B. gelöschter Kalk). Sie sind gewöhnlich so zusammengesetzt, dafs der Sauerstoffgehalt des Wassers eben so grofs ist, wie der der Basis. Dieses Hydratwasser halten die verschiedenen Basen ungleich fest gebunden; manche Hydrate verlieren es schon bei $+100^{\circ}$, andere verlieren es selbst in der strengsten Weifsglühhitze nicht. Häufig hat das Hydrat eine andere Farbe als das reine Oxyd, so ist z. B. das Kupferoxyd schwarz, das Kupferoxydhydrat blau.

2. *Schwefelsalze.* Sie entstehen aus der Verbindung einer Schwefelbasis mit einem Sulfid. Ihre Anzahl ist bei weitem nicht so grofs, wie die der Sauerstoffsalze, da bei den Metalloïden nur zwei Schwefelverbindungen Sulfide sind, nämlich der Schwefelwasserstoff und der Schwefelkohlenstoff (Wasserstoff- und Kohlenstoff-Sulfid).

Die Schwefelsalze entstehen theils durch unmittelbare Vereinigung der Schwefelbasis mit dem Sulfid, theils durch Zersetzung eines Sauerstoffsalzes mit Schwefelwasserstoffgas, wie

Digitized by Google

wie z. B. arseniksaures Kali, welches dadurch in Schwefelarsenik-Schwefelkalium verwandelt wird, indem im Sauerstoffsalz die Sauerstoffatome durch eine gleiche Anzahl Schwefelatome ersetzt werden; — theils durch Auflösung eines Sulfids in aufgelöstem Kali, wodurch zugleich ein Sauerstoff- und ein Schwefelsalz entsteht.

Viele Schwefelsalze sind krystallisirbar, und sind in ihren allgemeinen äufsern Eigenschaften von den Sauerstoffsalzen nicht verschieden. Viele kommen in der Natur vor.

In ihrer Zusammensetzung folgen die Schwefelsalze denselben Gesetzen, wie die Sauerstoffsalze. Durch Sauerstoffsäuren werden sie im Allgemeinen so zersetzt, dafs sich das Sulfid abscheidet und sich Schwefelwasserstoffgas entwickelt, indem sich das Metall der Schwefelbasis, durch Wasserzersetzung, in ein Oxyd umwandelt, welches sich mit der zugesetzten Sauerstoffsäure verbindet.

Für diese Salze giebt es noch keine recht passende Benennungsweise. Vorläufig gebraucht man noch die lateinischen Namen dafür, und sagt z. B. *Sulfocarbonate, Sulfhydrate, Sulfarseniate*, für die vom Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff und Schwefelarsenik gebildeten Schwefelsalze, und nennt die einzelnen Salze *Kalium-Sulfocarbonat; Kalium-Sulfhydrat, Silber-Sulfarseniat* u. s. w.

Vorkommen der Metalle. Rein (*gediegen*), wie die edlen Metalle, Kupfer; oder in Verbindungen (*vererzt, Erze*): 1) *oxydirt*, so die Metalle der Erden, die meisten Eisenerze; 2) als *Schwefelmetalle*, so Schwefelkupfer, Schwefelblei; 3) in Verbindung mit *Antimon* und *Arsenik*; 4) als *Chlormetalle*, wie Kochsalz; 5) als *Sauerstoffsalze*, wie schwefelsaure und kohlensaure Kalkerde (Gyps und Kalkstein). Weniger allgemein kommen die Selen-, Tellur-, Brom-, Jod- und Fluor-Metalle vor.

Gewinnung. Die chemischen Prozesse, wodurch die nutzbaren Metalle im Grofsen aus ihren Erzen gewonnen werden, und die den Gegenstand der *Hüttenkunde* ausmachen, sind verschieden und häufig sehr verwickelt, je nach der Natur des Erzes oder Metalles. Im Allgemeinen werden die Oxyde in eignen Oefen (*Schachtöfen* und *Flamm-*

Digitized by Google

öfen) mit Kohlen geschmolzen und reducirt, indem die Kohle zugleich das Feuermaterial und das Reductionsmittel ausmacht; die Schwefelmetalle werden gewöhnlich durch *Rösten* zuerst in Oxyde verwandelt und darauf mit Kohle reducirt. Das die Erze begleitende Gestein schmilzt hierbei ebenfalls und bildet die *Schlacke*, deren Beschaffenheit häufig durch zugesetzte *Flüsse* (Flufsspath, Quarz, Kalkstein) verbessert und geregelt wird.

Eintheilung der Metalle. Die sämmtlichen Metalle zerfallen in 2 Abtheilungen:

1) *Metalle*, deren Oxyde die Alkalien und Erden bilden.

2) *Metalle*, deren Oxyde die eigentlich sogenannten Metalloxyde und Metallsäuren sind.

Diese Eintheilung ist in sofern willkührlich, als in der Natur keine bestimmte Grenze, weder zwischen Alkalien und Erden, noch zwischen diesen und den übrigen Metalloxyden in irgend einer Beziehung statt findet; es ist in der ganzen Reihe derselbe allmählige Uebergang von einer Art zu der anderen, wie bei den Metalloïden unter sich, und wie von den Metalloïden zu den Metallen zu bemerken.

Die Metalle der Alkalien und Erden sind: *Kalium, Natrium, Ammonium, Lithium, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, Lantanium, Aluminium, Beryllium, Yttrium, Zirconium und Thorium.*

Die übrigen Metalle sind: *Cerium, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Zink, Kadmium, Blei, Zinn, Wismuth, Kupfer, Uran, Quecksilber, Silber, Palladium, Rhodium, Iridium, Platin, Gold, Osmium, Titan, Tantal, Antimon, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Chrom, Tellur, Arsenik, Selen.*

Die Metalle, von Cerium an bis Platin, bilden mit Sauerstoff vorzugsweise basische Oxyde, während von den übrigen wenigstens ein Oxyd eine Säure ist. — Die drei letzten Metalle, Tellur, Arsenik und Selen, haben in ihren Verbindungsverhältnissen so grofse Aehnlichkeit mit Schwefel und Phosphor, dafs man sie mit demselben Rechte auch zu den Metalloïden rechnen könnte.

Digitized by Google

I. Abtheilung. Metalle, deren Oxyde Alkalien und Erden bilden.

Die Oxyde der unter dieser Abtheilung begriffenen Metalle zerfallen in 3 Klassen: *Alkalien*, *alkalische Erden* und *eigentliche Erden*, und werden mit den älteren Namen benannt, die sie schon führten, ehe man wufste, dafs sie Oxyde sind.

a) *Alkalien* sind 4: Kali, Natron, Lithion und Ammoniak. Früher wurden sie auch Laugensalze genannt, weil Kali und Natron durch Auslaugung aus der Pflanzenasche erhalten werden.

b) *Alkalische Erden* sind 5: Baryterde, Strontianerde, Kalkerde, Talkerde und Lantanerde. Sie unterscheiden sich von den Alkalien durch ihre geringere Löslichkeit, und durch die Unlöslichkeit ihrer neutralen kohlensauren Salze.

c) *Eigentliche Erden* sind 5: Thonerde, Beryllerde, Yttererde, Zirkonerde und Thorerde. Sie sind in Wasser durchaus unauflöslich.

Die Alkalien und alkalischen Erden sind die stärksten Salzbasen. Sie haben, mit Ausnahme der weniger löslichen Talkerde, einen eigenthümlichen, ätzenden Geschmack (Laugengeschmack), und ihre Auflösungen haben, mit Ausnahme des ganz anders, eigenthümlich riechenden flüchtigen Ammoniaks, einen eigenen laugenartigen Geruch. Auf Pflanzen- und Thierstoffe wirken sie zerstörend (ätzend, kaustisch), daher die ältere Benennung *kaustische* Alkalien für die reinen Alkalien. Sie färben gewisse blaue oder rothe Pflanzenfarben (z. B. den Farbstoff von Veilchen, Rothkohl, Rosen) grün, und das durch Säuren geröthete Lackmus blau (*alkalische* Reaction, im Gegensatz zu der *sauren*, S. 38.).

Kein Metall aus dieser Abtheilung kommt gediegen vor; aber Kali, Natron, Kalkerde, Talkerde und Thonerde

Digitized by Google

bilden, in Verbindung mit Säuren, namentlich Kieselsäure, die Hauptmasse der Erdrinde. — Bis 1807 hielt man die Alkalien und Erden für einfache Körper; in diesem Jahre aber gelang es dem englischen Chemiker Humphry Davy, vermittelst einer grofsen electrischen Säule, Kali und Natron so wie einige der alkalischen Erden zu zerlegen, und Metalle daraus abzuscheiden, wodurch alsdann die zusammengesetzte Natur auch der übrigen zu dieser Abtheilung gehörigen Körper geschlossen werden konnte.

1. Kalium.

Vorkommen. Als Kali in Verbindung mit mehreren Säuren, vorzüglich mit Kieselsäure; so hauptsächlich in dem allgemein verbreiteten Feldspath und Glimmer. Mit Pflanzensäuren in den Pflanzensäften, daher in der Asche der Pflanzen.

Eigenschaften. Zinnweifses, stark glänzendes, sehr weiches, geschmeidiges Metall, von 0,865 spec. Gewicht; ist bei 0° hart und brüchig, und bei +55° vollkommen flüssig; verdampft in der Rothglühhitze und bildet ein grünes Gas.

In der Luft läuft das Kalium sogleich an und oxydirt sich zu Kali, ist daher stets unter Steinöl aufzubewahren. In der Luft geschmolzen, entzündet es sich und verbrennt mit Flamme. Auf Wasser geworfen, entzündet es sich augenblicklich und verbrennt mit rother Flamme; ohne Luftzutritt entwickelt es aus dem Wasser mit grofser Heftigkeit Wasserstoffgas; in beiden Fällen löst sich das entstehende Kali in Wasser auf. Aufserdem entzieht das Kalium bei erhöhter Temperatur, meist unter Feuer-Entwickelung, den meisten oxydirten Körpern den Sauerstoff, daher verbrennt es, aufser in Sauerstoffgas, auch in allen übrigen sauerstoffhaltigen Gasarten, z. B. im Stickoxydgas, im Kohlensäuregas. Eben so verbrennt es in Chlorgas und entzieht den meisten Chlorverbindungen, unter Feuer-Entwickelung, das Chlor; ferner in Schwefelwasserstoffgas, in Phosphorwasserstoffgas, in Fluorkieselgas u. s. w., unter Zersetzung dieser Gase und Bildung von Kalium-Verbindungen.

Digitized by Google

Darstellung. *a*) Durch Zersetzung von Kalihydrat vermittelst der electrischen Säule. *b*) Durch Zersetzung von Kalihydrat mittelst metallischen Eisens in der Weifsglühhitze. *c*) Durch Destillation eines Gemenges von kohlensaurem Kali und Kohle (geglühtem Weinstein) in der Weifsglühhitze aus einer Retorte von Schmiedeeisen.

Kali, Kaliumoxyd. — Durch Verbrennung von Kalium in trocknem Sauerstoffgas. Weifsgraue, schmelzbare, harte Masse. Löst sich in Wasser mit äufserst heftiger Erhitzung auf. Besteht aus:

		In 100 Th.
1 Atom Kalium	=489,916	83,05
1 Atom Sauerstoff	=100,000	16,95
1 Atom Kali =K	=589,916	100,00.

Wegen seiner sehr ausgedehnten Anwendung in den Gewerben, namentlich zum Glasmachen und Seifesieden, wird das Kali aus der Holzasche und überhaupt Pflanzenasche im Grofsen gewonnen. Die Asche, welche, aufser anderen, meist unlöslichen Bestandtheilen, auflösliches kohlensaures Kali enthält, wird mit Wasser ausgelaugt, und diese Lauge abgedampft, wodurch eine braune, zerfliefsliche Salzmasse erhalten wird, *rohe Pottasche*. Diese wird alsdann, zur Zerstörung der noch vorhandenen färbenden Stoffe, in eignen Oefen geglüht (calcinirt), und kommt nun unter dem Namen *Pottasche* in den Handel.

Die Pottasche ist ein, mit anderen Salzen mehr oder weniger verunreinigtes kohlensaures Kali, und in dieser Gestalt wird das meiste Kali verbraucht. Sie ist eine feste, weifse, häufig auch grünlich oder bläulich gefärbte Masse, zerfliefst in der Luft, und hat einen scharfen alkalischen Geschmack. Durch Auflösen in sehr wenigem Wasser, Abseihen der Kieselerde, Auskrystallisiren der fremden Salze und Eindampfen der übrig bleibenden Auflösung, bereitet man daraus ein reineres kohlensaures Kali.

Aus dem kohlensauren Kali bereitet man das reine Kali, welches man aber auf diesem Wege stets nur als *Kalihydrat* erhalten kann; denn das kohlensaure Kali verliert, selbst in der strengsten Weifsglühhitze, so wenig seine

Digitized by Google

Kohlensäure, wie das Kalihydrat sein Wasser. Zu diesem Endzweck wird 1 Th. reines kohlensaures Kali in 10 Th. Wasser aufgelöst, und die Auflösung in einem blanken eisernen oder silbernen Kessel zum Kochen gebracht. Alsdann wird, unter fortfahrendem Kochen, nach und nach in kleinen Antheilen reiner gelöschter Kalk hinzugegeben, welcher dem Kali die Kohlensäure entzieht und sich als unauflöslicher kohlensaurer Kalk absetzt, von dem die geklärte Kalilösung abgelassen wird; zu 1 Th. kohlensaurem Kali ist der gelöschte Kalk von $\frac{1}{4}$ Th. gebranntem Kalk nöthig. Die geklärte Auflösung (kaustische Lauge) wird hierauf in einem blanken eisernen oder silbernen Gefäfs rasch bis zur Trockne eingedampft, und das zurückbleibende Kalihydrat in einem silbernen Tiegel bei Glühhitze geschmolzen.

Das Kalihydrat (Aetzstein, kaustisches Kali) ist weifs, hart, spröde; zerfliefst sehr schnell in der Luft; löst sich in Wasser mit starker Erhitzung auf, ist auch in Alkohol löslich; schmeckt höchst ätzend, und wirkt auf die meisten Pflanzen- und Thierstoffe verändernd oder zerstörend. Seine Auflösung greift das Glas an, und beim Schmelzen in thönernen Gefäfsen löst es dieselben auf. Aus der Luft zieht es, mit dem Wasser, auch sehr rasch die Kohlensäure an. Schmilzt noch unter der Glühhitze, und fliefst wie ein Oel; verdampft in stärkerer Hitze, ohne sein Hydratwasser zu verlieren. Kali und Wasser enthalten darin gleich viel Sauerstoff, d. h. es besteht aus 1 At. Kali und 1 At. Wasser (=16 Procent) =$\dot{K}\dot{H}$.

Das Kali ist die stärkste Salzbasis und scheidet alle übrigen Basen aus ihren Salzen aus.

Das Kalium hat aufserdem noch ein gelbes *Superoxyd*, das sich in Wasser, unter Entwickelung von Sauerstoffgas, auflöst.

Schwefelkalium. — Kalium und Schwefel zusammengeschmolzen, vereinigen sich unter starker Feuer-Entwickelung. Nach Umständen können sich beide Stoffe in 5 verschiedenen Verhältnissen mit einander vereinigen.

Das niedrigste oder *Einfach*-Schwefelkalium ist eine dunkelrothe, krystallinische, schmelzbare Masse, in Wasser

Digitized by Google

ohne Farbe leicht löslich, zerfliefst schon in der Luft, und entwickelt mit Säuren Schwefelwasserstoffgas, ohne Abscheidung von Schwefel. In der Luft erhitzt, verbrennt es zu schwefelsaurem Kali. Es wird erhalten, indem man neutrales schwefelsaures Kali mit Kohle glüht oder in Wasserstoffgas erhitzt *). — Dieses Schwefelkalium ist die stärkste Schwefelbasis, und besteht aus 1 Atom Kalium und 1 Atom Schwefel, =KS.

Schmilzt man gleiche Theile kohlensaures Kali und Schwefel bei gelinder Hitze zusammen, so entsteht, unter Entweichung der Kohlensäure, eine braune, spröde Masse, die ehemals sogenannte *Schwefelleber*. Sie besteht aus einem Gemenge von $\frac{1}{4}$ schwefelsaurem Kali und $\frac{3}{4}$ *fünffach* Schwefelkalium, welches 5mal so viel Schwefel wie das erste enthält, $=KS^5$ Dieses Schwefelkalium riecht und schmeckt nach Schwefelwasserstoff, zerfliefst an der Luft, und löst sich mit gelber Farbe in Wasser auf. Säuren entwickeln daraus Schwefelwasserstoffgas, unter gleichzeitiger Fällung von weifsem, pulverförmigem Schwefel (Schwefelmilch).

Auf dieselbe Weise bildet sich durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Kalihydrat, und durch Kochen von Schwefel mit kaustischer Kalilauge Schwefelkalium; in letzterem Falle aber bildet sich zugleich nicht schwefelsaures, sondern unterschwefligsaures Kali. Wird eine Auflösung von Schwefelkalium in Berührung mit der Luft gelassen, so absorbirt sie rasch Sauerstoffgas, und das Schwefelkalium verwandelt sich zuerst in unterschwefligsaures Kali, darauf in schwefligsaures und zuletzt in schwefelsaures; die höheren Schwefelungsstufen setzen dabei zugleich Schwefel ab.

Phosphorkalium. — Phosphor und Kalium, bei Ausschlufs der Luft zusammengeschmolzen, vereinigen sich mit

---

*) Glüht man schwefelsaures Kali mit viel mehr Kohle als zu seiner Reduction erforderlich ist, z. B. 2 Th. Salz mit 1 Th. Kienrufs, so bekommt man ein Schwefelkalium, welches, in Folge seines höchst fein zertheilten Zustandes durch die zwischengelagerten Kohlentheilchen, sich von selbst an der Luft entzündet. Diese Masse heifst *Pyrophor*.

Digitized by Google

Feuer-Entwickelung zu einer braunen Masse, die in Wasser Phosphorwasserstoffgas entwickelt.

Salze.

Die Kaliumsalze sind daran erkennbar, dafs in ihrer Auflösung eine concentrirte Auflösung von Weinsäure oder von schwefelsaurer Thonerde einen weifsen, krystallinischen, und eine Chlorplatin-Lösung einen gelben Niederschlag (von Weinstein, Alaun oder Chlorplatinkalium) bewirkt.

Chlorkalium, KCl. — Krystallisirt in farblosen, durchsichtigen Würfeln; schmeckt wie Kochsalz, ist in Wasser leicht löslich, schmilzt in der Glühhitze. Entsteht bei der von selbst erfolgenden Entzündung von Kalium in Chlorgas; ferner durch Auflösen von kohlensaurem Kali in Salzsäure, oder Glühen desselben in Chlorgas. Wird auch bei mehreren technischen Operationen als Nebenproduct gewonnen.

Brom-, *Jod-* und *Fluor-Kalium* krystallisiren alle in Würfeln, verhalten sich ähnlich dem vorhergehenden, und werden auf gleiche Weise gebildet. *Fluorkieselkalium* bildet ein weifses, fast unlösliches Pulver, und scheidet sich als ein durchscheinender Niederschlag ab, wenn man Fluorkieselwasserstoffsäure mit Kali sättigt. Dient zur Darstellung des Kiesels mittelst Kaliums.

Cyankalium, KCy. Entsteht durch Verbrennen von Kalium in Cyangas; unrein durch Glühen von Pottasche mit thierischen Substanzen. Wird am vortheilhaftesten erhalten durch Sättigung einer Auflösung von Kalihydrat in Alkohol mit Cyanwasserstoffsäure. — Farblos, in Würfeln krystallisirend, schmelzbar; reagirt alkalisch, schmeckt und riecht nach Blausäure. In Wasser leicht löslich; durch Kochen dieser Auflösung wird es in Ammoniak und ameisensaures Kali verwandelt.

Schwefelsaures Kali. Das *neutrale*, $\dot{K}\dddot{S}$, krystallisirt in harten, schwerlöslichen, bitterlich schmeckenden Krystallen ohne Wasser. Nebenproduct von der Bereitung der Salpetersäure und Schwefelsäure. Das *saure* oder *zweifach* schwefelsaure Kali, $\dot{K}\ddot{S}^2$, krystallisirt ebenfalls, schmeckt sauer, ist leicht löslich, leicht schmelzbar und verliert in

Digitized by Google

anhaltender Glühhitze seine überschüssige Säure. Enthält doppelt so viel Säure, wie das neutrale, oder 2 Atome, und wird durch Zusammenschmelzen des letzteren mit seinem halben Gewicht Schwefelsäure, oder als Nebenproduct bei der Bereitung der Salpetersäure erhalten.

Salpetersaures Kali, Salpeter, $\dot{K}\ddot{N}$. — Säulenförmige, gestreifte, inwendig gewöhnlich hohle Krystalle, von kühlendem, scharf salzigem Geschmack; 100 Th. Wasser von 0° lösen 13 Th., und von 97° 236 Th. Salpeter auf. Schmilzt in der Glühhitze und erstarrt beim Erkalten zu einer undurchsichtigen, krystallinischen Masse. Entwickelt in stärkerer Hitze Sauerstoffgas und verwandelt sich in salpetrigsaures Kali. Veranlafst in der Glühhitze mit Kohle, Schwefel, Phosphor, Eisen, Zink heftige Verbrennung (Verpuffung). — Der Salpeter wird in sehr grofser Menge verbraucht, namentlich zum Schiefspulver und bei der Gewinnung der Schwefelsäure und Salpetersäure. Er wird daher im Grofsen gewonnen, zum Theil aus dem, welcher an manchen Orten aus der Erde auswittert (Ungarn), oder durch Auslaugen eines in mehreren Ländern vorkommenden eigenen Kalksteins (in den Salpetergrotten, z. B. in Apulien, auf Ceylon), am allgemeinsten aber aus der künstlich zubereiteten, sogenannten Salpetererde, einem Gemenge von kali- und kalkhaltiger Erde mit verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen, die, in Haufen aufgeschüttet und stets angefeuchtet, jahrelang der Luft ausgesetzt, und alsdann mit Wasser ausgelaugt wird. Aus den Laugen wird zuerst der noch braune rohe Salpeter, und aus diesem durch Umkrystallisiren der reine Salpeter gewonnen. — Das *Schiefspulver* ist ein inniges Gemenge von 76 Th. Salpeter, 11 Th. Schwefel und 13 Th. Kohle, welche Verhältnisse sich aber für verschiedene Pulversorten ändern.

Chlorsaures Kali, $\dot{K}\ddot{C}$. — Bildet gewöhnlich perlmutterglänzende Krystallblättchen, schmeckt salpeterartig, ist in kaltem Wasser schwerlöslich, schmilzt bei gelinder Hitze ohne Zersetzung, zersetzt sich bei stärkerer in Sauerstoffgas, Chlorkalium und überchlorsaures Kali, und verwandelt sich zuletzt ganz in Chlorkalium; detonirt, mit brennbaren

Digitized by Google

Körpern (Schwefel, Phosphor) gemengt, schon durch Stofs oder Reiben mit heftigem Knall und Feuer. Wird erhalten, indem man eine Auflösung von kohlensaurem Kali (Pottasche) mit Chlorgas sättigt (vergl. S. 51.); dient zur Verfertigung der Zündhölzchen für die chemischen Feuerzeuge.

Kohlensaures Kali. Das *neutrale,* $\dot{K}\ddot{C}$, ist gewöhnlich eine weifse, unkrystallisirte, stark alkalisch schmeckende und reagirende Masse; zerfliefst schnell in der Luft, schmilzt in starker Glühhitze. Bildet im unreinen Zustande die Pottasche. Aufser aus dieser, kann es auch durch Glühen von Weinstein (weinsaurem Kali) und Auslaugen der verkohlten Masse erhalten werden. Das *saure* oder *zweifach* kohlensaure Kali, $\dot{K}\ddot{C}^2 + \dot{H}$, krystallisirt in durchsichtigen, nicht zerfliefslichen Krystallen; es verliert in der Hitze, nebst dem Krystallwasser, die Hälfte der Säure. Durch Kochen seiner Auflösung verliert es nur $\frac{1}{4}$ seiner Kohlensäure und verwandelt sich in *anderthalb*-kohlensaures Kali, $\dot{K}^2\ddot{C}^3$. — Wird erhalten, wenn man feuchte Pottasche oder verkohlten Weinstein sich mit Kohlensäuregas sättigen läfst, z. B. über gährender Branntweinmaische.

Oxalsaures Kali. Das saure oxalsaure Kali, $\dot{K}\ddot{C}^2 + 2\dot{H}$, ist unter dem Namen *Kleesalz* bekannt und wird aus dem Safte des Sauerklee's (Oxalis acetosella) gewonnen. Es bildet weifse, schwerlösliche, sauer schmeckende Krystalle. Durch Sättigung desselben mit kohlensaurem Kali erhält man das neutrale.

Kieselsaures Kali macht einen Bestandtheil vieler Mineralien aus, so z. B. vom Feldspath. Kieselsäure (gepulverter Quarz) mit kohlensaurem Kali zusammengeschmolzen, treibt die Kohlensäure aus, unter Bildung von kieselsaurem Kali, wovon es mehrere giebt, theils auflöslich in Wasser und durch Säuren, unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure, zersetzbar, theils unauflöslich, wozu hauptsächlich das *Glas* gehört (s. S. 96. kieselsaures Natron). Durch Zusammenschmelzen von 10 Th. kohlensaurem Kali, 15 Th. feinem Quarzpulver und 1 Th. Kohlenpulver erhält man das sogenannte *Wasserglas*, eine in Wasser lösliche

Digitized by Google

Glasmasse, deren Auflösung auf Holz, Tapeten u. s. w. zu einem glasigen, vor Feuer schützenden Firnifs eintrocknet, und daher auch in dieser Absicht angewendet wird.

Cyansaures Kali, $\dot{K}\dot{C}y$. Krystallisirt in farblosen, dem chlorsauren Kali ähnlichen Schuppen, von salpeterartigem Geschmack. Ohne Zersetzung schmelzbar. In Wasser leicht löslich. Die Auflösung verwandelt sich bald, besonders beim Erhitzen, in zweifach kohlensaures Kali und Ammoniak, welches verdunstet. Darstellung siehe S. 60.

Kalium-Sulfhydrat (Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium), $KS+HS$ oder $\dot{K}\dot{H}$, bildet grofse, farblose, in der Luft zerfliefsliche, scharf alkalisch schmeckende Krystalle, worin Basis und Säure gleichviel Schwefel enthalten. Wird erhalten durch Sättigung von Kalihydrat mit Schwefelwasserstoffgas, oder durch Glühen von Schwefelkalium oder kohlensaurem Kali in Schwefelwasserstoffgas.

Legirungen des Kaliums. Das Kalium vereinigt sich mit den meisten Metallen. Im Allgemeinen entwickeln diese Legirungen in Wasser Wasserstoffgas, unter Oxydation des Kaliums und Zurücklassung des anderen Metalles.

2. Natrium.

Vorkommen. Als Natron mit Kieselsäure in vielen Mineralien, ferner im natürlichen kohlensauren, schwefelsauren, salpetersauren und borsauren Natron; in der gröfsten Menge als Chlornatrium (Steinsalz, Seesalz, Kochsalz).

Eigenschaften. Im Allgemeinen die des Kaliums; spec. Gewicht 0,972. Oxydirt sich etwas weniger leicht als das Kalium; entzündet sich nicht auf Wasser, oxydirt sich aber, darauf herumschwimmend, mit grofser Heftigkeit und Wasserstoffgas-Entwickelung.

Darstellung. Wie die des Kaliums.

Natron. Eigenschaften und Bildung, wie beim Kali; besteht aus 1 Atom Metall und 1 Atom Sauerstoff, $=Na$, und enthält 25,58 Proc. Sauerstoff.

Das Natron wird in den Gewerben in gleicher Menge,

Digitized by Google

und im Ganzen zu denselben Endzwecken, wie das Kali, gebraucht; es wird daher auf mehrfache Art im Grofsen, und zwar stets als kohlensaures Natron, gewonnen.

a) In mehreren Ländern wittert in manchen Gegenden kohlensaures Natron in so grofser Menge aus der Erde aus, dafs es zum Gebrauch gesammelt und gereinigt werden kann.

b) Gewinnung durch Verbrennung gewisser, an dem Meeresstrande wachsender und cultivirter Pflanzen (Salsola- und Salicornia-Arten); die zurückbleibende Asche ist geschmolzen und bildet graue, steinartige Massen, bekannt unter dem Namen *Soda* (Arten davon: Barille, Varec, Kelp u. s. w.). Sie enthält als wesentlichen Bestandtheil kohlensaures Natron.

c) Gewinnung aus schwefelsaurem Natron (Glaubersalz), welches zu diesem Endzwecke aus Kochsalz und Schwefelsäure dargestellt, und wobei Salzsäure als Nebenproduct gewonnen wird. Das wasserfreie Glaubersalz wird mit gleichen Theilen gepulvertem kohlensauren Kalk (Kreide) und $\frac{2}{3}$ Kohlenpulver genau gemengt und in einem Calcinirofen so lange geglüht, bis die Masse dickflüssig, teigartig geworden ist, worauf sie aus dem Ofen genommen wird (*künstliche rohe Soda*). Sie besteht nun aus einem Gemenge von Schwefelcalcium und kohlensaurem Natron, welches letztere daraus durch Auslaugen mit Wasser und Krystallisiren gewonnen wird.

Das Natronhydrat, kaustische Natron, wird aus dem reinen kohlensauren Natron auf dieselbe Weise dargestellt, wie das Kalihydrat aus dem kohlensauren Kali. Es unterscheidet sich in seinem ganzen Verhalten so wenig vom Kalihydrat, dafs fast alles von diesem Gesagte auch von jenem gilt. Es enthält 22,5 Procent oder 1 Atom Wasser, welches nicht durch Weifsglühhitze auszutreiben ist.

Zum *Schwefel*, zum *Phosphor* und zu den Metallen verhält sich das Natrium wie das Kalium.

Salze.

Sehr ähnlich den Kaliumsalzen; viele enthalten viel

Digitized by Google

Krystallwasser und verwittern. Für die Gegenwart des Natrons in den Salzen giebt es kein positives Erkennungsmittel, man schliefst auf Natron, wenn keine der anderen Basen vorhanden ist.

Chlornatrium, Steinsalz, Kochsalz, Seesalz, NaCl. Krystallisirt in Würfeln, häufig pyramidenförmig zusammengefügt; durchsichtig oder durchscheinend; von rein salzigem Geschmack; verknistert heftig beim Erhitzen, schmilzt in der Glühhitze und verdampft, erstarrt beim Erkalten wieder krystallinisch. In heifsem Wasser nicht löslicher als in kaltem. Die gesättigte Auflösung enthält 27 Procent Salz. Besteht in 100 Th. aus 39,7 Th. Natrium und 60,3 Th. Chlor. — Das Chlornatrium wird, wegen seines grofsen Verbrauchs, in aufserordentlicher Menge gewonnen: *a*) bergmännisch als Steinsalz; *b*) durch Abdampfen seiner als Salzquellen (Salzsoolen) natürlich vorkommenden Auflösung; *c*) durch Verdunsten des Meerwassers in der Sonnenwärme.

Brom-, *Jod-* und *Fluor-Natrium* krystallisiren ebenfalls in Würfeln, und haben auch sonst mit dem Kochsalz grofse Aehnlichkeit.

Schwefelsaures Natron, Glaubersalz, $\dot{N}a\ddot{S}$. Grofse, klare, in der Luft verwitternde Krystalle, von kühlendem, bitterlich-salzigem Geschmack; 100 Th. Wasser von 0° lösen 12 Th., von 18° 48 Th., von 33°, wo das Maximum der Löslichkeit ist, 322 Th. Glaubersalz auf. Es enthält 10 Atome oder 55,76 Procent Krystallwasser, das es beim Verwittern verliert. Schmilzt leicht beim Erwärmen in seinem Krystallwasser. Findet sich in vielen Mineralwässern; wird im Grofsen aus Kochsalz und Schwefelsäure, und als Nebenproduct aus der Mutterlauge der Salinen, bei der Salmiakgewinnung und mehreren anderen Prozessen gewonnen; dient zur Fabrication der künstlichen Soda und des Glases; ist auch als Arzneimittel wichtig. — Aus einer gesättigten Auflösung bei +40° krystallisirend, schiefst es in wasserfreiem Zustande mit anderer Krystallform an; auch bildet es ein saures Salz.

Salpetersaures Natron, $\dot{N}a\ddot{N}$, krystallisirt in rhomboë-

Digitized by Google

drischen Krystallen; verhält sich im Ganzen wie Salpeter, und wird wie dieser gebraucht. Findet sich natürlich in einem bedeutenden Lager in Peru.

Unterchlorigsaures Natron, $\dot{Na}\dot{Cl}$, entsteht durch Einleiten von Chlorgas in eine Auflösung von kohlensaurem Natron. Die Flüssigkeit enthält nachher zugleich Chlornatrium und zweifach-kohlensaures Natron. Dient zur Zerstörung fauler Gerüche und Ansteckungsstoffe.

Phosphorsaures Natron. 1) *Neutrales* [c] *phosphorsaures Natron*, $(\dot{Na}^2+\dot{H})+\ddot{\dot{P}}$. Ist im Urin enthalten. Wird durch Sättigung der aus den Knochen gewonnenen Phosphorsäure bereitet. Bildet grofse, klare, leicht verwitternde Krystalle; reagirt alkalisch. Enthält 64,15 Procent oder 25 Atome Krystallwasser, wovon es, bei Temperaturen unter 100° erwärmt, 24 Atome verliert; das 25ste geht erst beim Glühen weg und gehört zur Basis. Mit neutralen Silbersalzen bildet es einen Niederschlag von gelbem $\dot{Ag}^3\ddot{\dot{P}}$. — Läfst man das Salz bei +31° krystallisiren, so nimmt es nur 17 Atome Wasser auf, wovon 16 unter 100° weggehen. das 17te erst beim Glühen.

2) *Neutrales* [b] *phosphorsaures Natron*, $\dot{Na}^2\ddot{\dot{P}}$, entsteht durch Glühen des vorhergehenden, welches dann nach dem Wiederauflösen und Krystallisiren ein ganz anderes Salz geworden ist. Es enthält nun 40,7 Procent oder 10 Atome Krystallwasser, und verwittert nicht in der Luft. Mit neutralen Silbersalzen bildet es einen weifsen Niederschlag von $\dot{Ag}^2\ddot{\dot{P}}$.

3) *Zweifach-*[c] *phosphorsaures Natron*, $(\dot{Na}+\dot{H}^2)+\ddot{\dot{P}}$. Entsteht, wenn dem neutralen noch einmal so viel Phosphorsäure zugemischt, und zum Krystallisiren verdunstet wird. Grofse Krystalle mit 26 Procent oder 4 Atomen Wasser. Verliert bei einer gewissen Temperatur die Hälfte des Wassers. Die beiden anderen Atome gehen erst bei einer höheren Temperatur weg und gehören zur Basis. Erhitzt man das Salz bis zu 200°, so verliert es 3 Atome Wasser, und ist nun

4) *Zweifach-*[b] *phosphorsaures Natron*, $(\dot{Na}\dot{H})+\ddot{\dot{P}}$. Ist

Digitized by Google

in Wasser sehr löslich; die Auflösung trocknet zu einer weifsen, nicht krystallisirenden Salzmasse ein. Giebt dieselben Niederschläge, wie das neutrale bphosphorsaure Natron.

5) *Neutrales aphosphorsaures Natron,* $\dot{Na}\dddot{P}$. Entsteht, wenn das vorhergehende bis fast zum Glühen erhitzt wird. Es ist eine in Wasser unlösliche Salzmasse. Erhitzt man aber das Salz bis zum Schmelzen, so erhält man es in auflöslichem Zustand, und selbst an der Luft zerfliefsend.

Kohlensaures Natron. Das *neutrale* $\dot{Na}\ddot{C}$, (aus der Soda) bildet grofse, in der Luft leicht verwitternde Krystalle, mit 10 Atomen oder 63 Procent Krystallwasser, in welchem es beim Erwärmen leicht schmilzt; kann auch in mehreren anderen Verhältnissen mit Wasser krystallisiren; schmeckt und reagirt alkalisch, in Wasser leicht löslich. Wittert nicht selten aus Mauern aus, und ist in manchen Mineralwässern, namentlich im Carlsbader, in bedeutender Menge enthalten. Das *zweifach* kohlensaure Natron, $\dot{Na}\ddot{C}^2 + \dot{H}$, welches in kleinen, viel weniger leichtlöslichen Krystallen anschiefst, wird auf dieselbe Weise, wie das entsprechende Kalisalz, erhalten. *Anderthalb* kohlensaures Natron, $\dot{Na}^2\ddot{C}^3 + 4\dot{H}$, entsteht durch Kochen der Auflösung des zweifach kohlensauren. Krystallisirbar, leichter lösslich als das vorhergehende. Findet sich natürlich in Ungarn, Aegypten, und heifst im Handel *Trona.*

Borsaures Natron, zweifach, $\dot{Na}\ddot{B}^2 + 10\dot{H}$, (Borax). Klare, harte, schwerlösliche Krystalle; schmeckt und reagirt schwach alkalisch; bläht sich beim Erhitzen stark auf, unter Verlust seines Krystallwassers; schmilzt in der Glühhitze zu einem klaren Glas. Wird beim Löthen der Metalle, bei der Glasfabrication, als Flufs bei Metallreductionen, und zur Darstellung der Borsäure gebraucht. Kommt unter dem Namen *Tinkal,* mit einer seifenartigen Substanz überzogen, aus Tibet. Zum Theil wird er auch aus der natürlichen Borsäure und kohlensaurem Natron künstlich gemacht. Das *neutrale* borsaure Natron, $\dot{Na}\ddot{B}$, erhält man durch heftiges Glühen eines innigen Gemenges von 1 Atomgewicht Borax mit 1 Atomgewicht kohlensaurem Natron.

Digitized by Google

Das Salz ist sehr schwer schmelzbar, in Wasser leicht löslich, krystallisirbar. Es zieht Kohlensäure aus der Luft an, und verwandelt sich in Borax und kohlensaures Natron.

Kieselsaures Natron. Wie kieselsaures Kali. Das *Glas* ist theils kieselsaures Kali, theils kieselsaures Natron mit Ueberschufs an Kieselsäure, zusammengeschmolzen mit kieselsaurer Kalkerde und häufig auch kieselsaurem Bleioxyd.

Die Haupt-Materialien zur Glasfabrication sind: *a*) Sand oder Quarz, *b*) Pottasche, (zu den geringeren Sorten auch Holzasche), oder *c*) Soda (auch Glaubersalz), und *d*) Kalk. Diese Substanzen werden in bestimmten Verhältnissen mit einander gemengt, und diese Masse (der *Glassatz*) gewöhnlich zuvor eine Zeit lang, ohne zu schmelzen, geglüht (das *Fritten*). Die so vorbereitete Masse (die *Fritte*) wird hierauf noch glühend in die schon glühenden Häfen im Glasofen eingetragen, und nun durch anhaltendes starkes Feuer zu Glas geschmolzen; dasselbe wird alsdann verarbeitet, nämlich geblasen oder gegossen (Hohlglas, Tafelglas und gegossenes Glas). Alle fertigen Gegenstände müssen sehr langsam abgekühlt werden, und kommen zu diesem Endzwecke noch glühend in den dunkel glühenden Kühlofen. Bei der Verfertigung des Bleiglases (Flintglas, Krystallglas) wird dem Glassatz noch eine gewisse Menge Mennige (rothes Bleioxyd) zugesetzt. Zum Bouteillenglas wird gewöhnliche Holzasche und selbst ausgelaugte Asche genommen. Bei der Verfertigung des weifsen Glases wird stets eine kleine Menge Braunstein (Mangansuperoxyd) zugesetzt, welcher durch Entwickelung von Sauerstoffgas die Entfärbung des Glases bewirkt; zu demselben Endzweck auch etwas Salpeter.

Das Glas ist von verschiedener Schmelzbarkeit; das bleihaltige ist das leichtflüssigste. Die gefärbten Glasarten werden durch Zusatz von färbenden Metalloxyden hervorgebracht, z. B. rothes durch Goldpurpur oder Kupferoxydul, blaues durch Kobaltoxyd, grünes durch Kupferoxyd, weifses durch Zinnoxyd u. s. w. Das Milchglas wird durch Zusatz von gebrannten Knochen erhalten. Die Masse zu den künstlichen Edelsteinen (Glasflüssen) ist ein, durch ein

Digitized by Google

ein Metalloxyd gefärbtes, leicht schmelzbares reines Bleiglas. Das Email ist ebenfalls ein bleihaltiges, gewöhnlich durch Zinnoxyd weifs und undurchsichtig gemachtes Glas.

3. Lithium.

Vorkommen. Bis jetzt sehr selten, als Lithion, nur in einigen seltneren Mineralien mit Kieselsäure; vorzüglich im Petalit (5 Procent), im Spodumen (8 Procent), einigen Turmalinen und Glimmerarten.

Das Lithium ist kaum bekannt; scheint sich ähnlich zu verhalten, wie die vorhergehenden Metalle.

Das Lithion, 1817 von Arfvedson entdeckt, verhält sich als Hydrat ähnlich dem Kalihydrat, wird aber an der Luft nicht feucht und ist im Wasser schwerlöslich. Beim Schmelzen in Platingefäfsen greift es dieselben sehr stark an, was als Kennzeichen für dieses Alkali dienen kann. Das *kohlensaure* Lithion bedarf 100 Th. Wassers zur Auflösung. Das *phosphorsaure* Lithion wird als ein weifses Pulver niedergeschlagen. Mit phosphorsaurem Natron bildet es ein kaum lösliches Doppelsalz, dessen Schwerlöslichkeit man zur Unterscheidung und Trennung des Lithions von anderen Alkalien benutzt. Das geglühte Doppelsalz enthält 12,32 Procent Lithion. Das *Chlorlithium* krystallisirt in Würfeln und ist höchst zerfliefslich.

Die Anwendung des Lithions ist unbedeutend; es kommt zu den Bestandtheilen einiger künstlichen Mineralwässer, weil es in mehreren natürlichen, böhmischen Mineralquellen in geringer Menge enthalten ist.

4. Ammonium.

Das Ammonium ist kein einfacher Stoff, sondern ist aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt; auch kennt man es noch nicht im ungebundenen Zustand, man nimmt es nur in seinen Verbindungen existirend an, und hält es für einen metallartigen Körper, weil es die Eigenschaft hat, mit Quecksilber ein festes Amalgam zu geben. Dieses Amalgam entsteht, wenn man den — Poldraht einer electrischen Säule in Quecksilber, welches unter flüssigem Am-

Digitized by Google

moniak liegt, und den + Poldraht der Säule in das Ammoniak leitet. Dieses Amalgam zersetzt sich aufser dem electrischen Kreise sogleich in Quecksilber, Ammoniak und Wasserstoffgas, und zwar in solchem Verhältnisse, dafs man das Ammonium als aus 1 Volumen Stickgas und 4 Volumen Wasserstoffgas zusammengesetzt betrachten kann. 1 Volumen Stickgas und 3 Volumen Wasserstoffgas dagegen bilden das, in seiner Zusammensetzung von den anderen Alkalien abweichende, sogenannte flüchtige Alkali, das *Ammoniak*.

Ammoniak.

Eigenschaften. Farbloses Gas, von sehr heftigem, eigenthümlichem Geruch; von 0,59 spec. Gewicht; durch starke Abkühlung oder starken Druck zu einer farblosen, dünnen Flüssigkeit condensirbar. Reagirt und schmeckt scharf alkalisch; bildet in Berührung mit sauren Gasen dicke, weifse Nebel. Durch eine mit Metalldraht gefüllte glühende Röhre geleitet, wird es zersetzt, verdoppelt dabei seinen Umfang, und wird in ein Gemenge von 3 Maafs Wasserstoffgas und 1 Maafs Stickgas verwandelt. Das Ammoniakgas besteht demnach aus:

	Volumen.	Spec. Gew.	Atome.	
Stickstoff	1	0,9760	1	= 88,518
Wasserstoff	3	0,2064	3	= 18,719
Verdichtet zu 2 Ammoniakgas		0,5912	1 NH^3	= 107,237.

In der Luft ist es nur schwer verbrennbar; mit reinem Sauerstoffgas gemengt, läfst es sich durch den electrischen Funken entzünden, und verbrennt zu Wasser und Stickgas. 100 Maafs Ammoniakgas brauchen zum Verbrennen 75 Maafs Sauerstoffgas. — Mit Chlorgas entzündet sich das Ammoniakgas bei gewöhnlicher Temperatur und giebt Stickgas und Salmiak (chlorwasserstoffsaures Ammoniak). Chlorgas, durch wäfsriges Ammoniak geleitet, zersetzt dasselbe mit Heftigkeit, ebenfalls unter Bildung von Salmiak und Stickgas, welches mit Aufbrausen weggeht (Methode, Stickgas zu bereiten).

Bildung und Darstellung. Das Ammoniak läfst sich nicht durch unmittelbare Vereinigung seiner Elemente her-

Digitized by Google

PARSONS LIBRARY University of MICHIGAN

vorbringen. Es erzeugt sich z. B. bei der Auflösung eines wasserzersetzenden Metalles in verdünnter Salpetersäure (vergl. S. 45.); hauptsächlich aber bildet es sich häufig bei den Zersetzungen stickstoffhaltiger organischer Körper, namentlich bei ihrer trocknen Destillation (siehe unten Salmiak). Das reine Ammoniak erhält man durch Erhitzen von 1 Th. Salmiak mit 2 Th. gebranntem Kalk in einem Gasentwickelungsapparat; das Gas ist über Quecksilber aufzufangen.

Wäfsriges Ammoniak, Salmiakgeist. — Ammoniakgas wird sehr rasch und in grofser Menge von Wasser verschluckt; 1 Maafs Wasser kann 670 Maafs Gas auflösen, und bekommt dadurch 0,875 spec. Gewicht, da es bedeutend an Umfang zunimmt. In dieser Gestalt wird das Ammoniak gewöhnlich angewendet. Das wäfsrige Ammoniak riecht wie das Gas, schmeckt höchst brennend, macht auf der Haut Blasen, und verliert an der Luft oder durch Kochen sein Ammoniak.

Schwefelammonium, $\dot{N}H^4$. Entsteht durch Vereinigung von Ammoniakgas mit seinem halben Volumen Schwefelwasserstoffgas. Farblose, höchst flüchtige, stark und übelriechende, nadelförmige Krystalle. Das Schwefelammonium ist eine Schwefelbasis.

Salze.

Das Ammoniak neutralisirt sich mit den Säuren so vollständig, wie die vorhergehenden Basen, wiewohl es eine schwächere Base als diese ist, und von ihnen aus seinen Salzen ausgetrieben wird. Die neutralen Ammoniaksalze bestehen aus 1 Atom Säure und 1 Doppel-Atom Ammoniak ($\dot{N}H^3 = 214{,}474$); alle enthalten 1 Atom Wasser, welches nicht ohne Zersetzung des Salzes abzuscheiden ist. Der Sauerstoff dieses Wassers verhält sich also stets zu dem der Säure, wie der Sauerstoff einer jeden Basis, wodurch dieselbe Säure neutralisirt wird; der Wasserstoff aber beträgt gerade so viel, dafs man sich dadurch das Ammoniak in Ammonium verwandelt denken kann. Betrachtet man dieses Wasseratom als zum Ammoniak ge-

Digitized by Google

hörend, so sind die vom Ammoniak gebildeten Sauerstoffsalze, in Uebereinstimmung mit den Salzen anderer Basen, Verbindungen der Säuren mit einem Oxyd, mit dem Ammoniumoxyd, $=\dot{N}H^4$.

Die Wasserstoffsäuren vereinigen sich mit dem Ammoniak stets in einem solchen Verhältnifs, dafs der Wasserstoff der Säure mit dem Ammoniak Ammonium bildet. Bringt man z. B. Chlorwasserstoffsäuregas mit Ammoniakgas in Berührung, so verdichtet sich genau 1 Maafs des einen Gases mit 1 Maafs vom anderen zu einem festen, neutralen Salz, zu Salmiak oder chlorwasserstoffsaurem Ammoniak; dieses kann man aber auch eben so wohl als Chlorammonium betrachten, da, wie aus der Zusammensetzung der Gase hervorgeht, der Wasserstoff des sauren Gases gerade hinreicht, um das Ammoniak in Ammonium zu verwandeln.

Die meisten Ammoniaksalze schmecken stechend salzig. Im Feuer verflüchtigen sie sich entweder unzersetzt, oder sie zersetzen sich (z. B. Salmiak, phosphorsaures Ammoniak). Mit den Alkalien und alkalischen Erden entwikkeln sie sogleich Ammoniak, erkennbar am Geruch und an der Eigenschaft, mit einer darüber gehaltenen flüchtigen Säure Nebel zu bilden. In Auflösung geben sie mit Chlorplatin dieselbe Reaction wie die Kaliumsalze.

Chlorammonium, chlorwasserstoffsaures Ammoniak, Salmiak, $\dot{N}H^4Cl$, — das wichtigste Ammoniaksalz, entsteht durch Vereinigung der beiden Gase, oder durch Sättigung von wäfsrigem Ammoniak mit Salzsäure. Fabrikmäfsig wird er dadurch gewonnen, dafs thierische Stoffe (Horn, Klauen, Knochen) der trocknen Destillation unterworfen werden, und die dabei, unter anderen Producten, abdestillirende Auflösung von kohlensaurem Ammoniak entweder unmittelbar mit Salzsäure, oder auch mit Schwefelsäure gesättigt, und das erhaltene krystallisirte schwefelsaure Ammoniak alsdann mit Kochsalz sublimirt, und so in Salmiak verwandelt wird. — Im Handel kommt der Salmiak in Gestalt von runden, durchscheinenden, zähen Kuchen von faserig krystallinischem Gefüge vor. Er schmeckt scharf salzig, ist in

Digitized by Google

Wasser leicht löslich, und krystallisirt daraus in Octaëdern und Würfeln. Verdampft beim Erhitzen unzersetzt.

Schwefelsaures Ammoniak, $\dot{N}H^4\ddot{S}$. Farblose, luftbeständige, in Wasser leicht lösliche Krystalle. Wird beim Erhitzen gröfstentheils in sublimirendes schwefligsaures Ammoniak verwandelt. Enthält 2 Atome Wasser, wovon das eine zum Ammoniumoxyd gehört, das andere sich durch Erwärmen austreiben läfst.

Salpetersaures Ammoniak, $\dot{N}H^4\ddot{N}$. Prismatische, in der Luft zerfliefsliche Krystalle; es schmilzt bei gelindem Erhitzen und zersetzt sich in Wasser und Stickoxydulgas (vergl. S. 48.).

Salpetrigsaures Ammoniak, $\dot{N}H^4\ddot{N}$. Wird schon durch blofses Erwärmen seiner Auflösung vollständig in Wasser und Stickgas verwandelt.

Phosphorsaures Ammoniak, $\dot{N}H^4\ddot{P}+2\dot{H}$, bildet grofse, klare Krystalle, und wird erhalten durch Sättigung der aus Knochen abgeschiedenen Phosphorsäure mit Ammoniak und Abdampfen; wird im Feuer in Ammoniak und Phosphorsäure zersetzt.

Phosphorsaures Natron-Ammoniak (Phosphorsalz), krystallisirt aus verdunstendem Urin, oder aus einem Gemische von 6 Th. phosphorsaurem Natron, 1 Th. Salmiak und 2 Th. heifsem Wasser. Wird zu Löthrohrproben gebraucht.

Kieselsaures Ammoniak existirt nicht.

Kohlensaures Ammoniak existirt in vielen Sättigungsstufen. Das gewöhnlichste ist das Sesquicarbonat, $2\dot{N}H^4+\ddot{C}^3$, welches bei der trocknen Destillation von Thierstoffen oder durch Sublimation eines Gemenges von 1 Th. Salmiak mit 2 Th. Kreide gebildet wird. Weifse, sehr flüchtige, wie Ammoniak riechende Masse; in Wasser leicht löslich und krystallisirbar. In schlecht verwahrten Gefäfsen verwandelt es sich in *zweifach-kohlensaures* Salz.

Oxalsaures Ammoniak, $\dot{N}H^4\ddot{C}$. Farblose, klare, schwerlösliche Krystalle. Wird bei Analysen zur Abscheidung der Kalkerde gebraucht. Hat dieselbe Zusammensetzung, wie eine Verbindung von Cyan mit 4 Atomen Wasser.

Digitized by Google

Wenn man oxalsaures Ammoniak destillirt, so wird es zersetzt in Wasser, Ammoniak, kohlensaures Ammoniak, Kohlenoxydgas, Cyangas und in *Oxamid*.

Das *Oxamid* ist ein weifser, pulverförmiger, geruchloser, in Wasser fast unlöslicher Körper. Es besteht aus 2 Atomen Stickstoff, 2 Atomen Kohlenstoff, 4 Atomen Wasserstoff und 2 Atomen Sauerstoff. Es enthält also dieselben Elemente, wie das oxalsaure Ammoniak, in einem solchen Verhältnifs, dafs wenn man die Bestandtheile von 2 Atomen Wasser hinzufügt, man die Zusammensetzung vom oxalsauren Ammoniak erhält. Auch kann das Oxamid in der That in Oxalsäure und Ammoniak verwandelt werden, wenn man es mit concentrirtem kaustischen Kali kocht, wodurch man oxalsaures Kali und Ammoniakgas erhält; oder wenn man es mit concentrirter Schwefelsäure kocht, wodurch man schwefelsaures Ammoniak und ein Gasgemenge aus gleichen Volumen Kohlensäure- und Kohlenoxydgas erhält. Man kann es betrachten als eine Verbindung von 2 Atomen Kohlenoxyd mit einem Körper $= \dot{N}H^2$ (Amid).

Cyansaures Ammoniak, $\dot{N}H^4\dot{C}y$. Durch unmittelbare Vereinigung der wasserhaltigen Cyansäure mit Ammoniak entsteht cyansaures Ammoniak, ein weifses, krystallinisches Salz, welches sich gegen Säuren und Alkalien wie die cyansauren Salze im Allgemeinen verhält. Es entsteht auch durch Zersetzung von cyansaurem Silberoxyd mit Salmiak.

Erhitzt man das cyansaure Ammoniak, oder kocht man seine Auflösung in Wasser oder läfst sie verdunsten, so verwandelt es sich, in Folge einer Umsetzung seiner Elemente und ohne Veränderung seiner Zusammensetzung, in einen ganz anderen Körper, in *Harnstoff*, der nun weder Ammoniak noch Cyansäure enthält.

Der *Harnstoff* findet sich fertig gebildet im Harn der Thiere und Menschen, und macht seinen wesentlichsten Bestandtheil aus. Um ihn daraus abzuscheiden, dampft man Harn bis zur Syrupdicke ab und vermischt die Masse mit ihrem dreifachen Volumen ziemlich concentrirter, von salpetriger Säure freier Salpetersäure. Dadurch verwandelt

Digitized by Google

sie sich in einen dicken Brei, indem sich der Harnstoff in Verbindung mit Salpetersäure in Gestalt eines aus kleinen Krystallschuppen bestehenden Niederschlags abscheidet. Er wird abfiltrirt, ausgepreſst, durch Auflösen in kochendem Wasser nochmals krystallisirt, wieder ausgepreſst, mit ein wenig Wasser vermischt, und alsdann durch zugesetzte kohlensaure Baryterde zersetzt. Das aus salpetersaurem Baryt und Harnstoff-Lösung bestehende Gemisch wird abgedampft, und aus der vorsichtig eingetrockneten Masse der Harnstoff durch wasserfreien Alkohol ausgezogen. Durch Behandeln der Lösung mit thierischer Kohle und mehrmaliges Umkrystallisiren erhält man den Harnstoff rein.

Der Harnstoff bildet farblose, prismatische Krystalle, von kühlendem Geschmack; schmilzt bei +120° ohne Zersetzung, erstarrt beim Erkalten krystallinisch. In Wasser ist er sehr leicht löslich. Aus seiner Auflösung wird er durch Salpetersäure und Oxalsäure in glänzenden Krystallschuppen niedergeschlagen, was Verbindungen desselben mit jenen Säuren sind. Bei gewöhnlicher Temperatur wird er weder von verdünnten Säuren, noch von Alkalien zersetzt. Eben so wenig zersetzt er sich mit aufgelösten Metallsalzen.

Der Harnstoff besteht aus 2 Atomen Kohlenstoff, 4 At. Stickstoff, 8 Atomen Wasserstoff und 2 Atomen Sauerstoff, $= C^2 N^4 H^8 O^2$. Er hat also dieselbe Zusammensetzung, wie 1 At. cyansaures Ammoniak mit 1 At. Wasser.

Wird der Harnstoff über seinen Schmelzpunkt hinaus erhitzt, so treten seine Elemente auf eine andere Weise unter einander in Verbindung, nämlich zu Ammoniak und zu Cyanursäure. Er geräth dabei, unter Entwickelung von viel Ammoniakgas, in's Kochen, und ist zuletzt vollständig in Cyanursäure verwandelt (siehe Cyanursäure).

Addirt man zur Zusammensetzung des Harnstoffs die Bestandtheile von 2 Atomen Wasser, so bekommt man die Zusammensetzung des kohlensauren Ammoniaks. In der That verwandelt sich auch der in Wasser aufgelöste Harnstoff, indem er sich mit Wasser zersetzt, unter gewissen Umständen in dieses Salz, und dieſs ist der Grund der Ammoniak-Bildung in faulendem Harn, die so bedeutend

Digitized by Google

ist, dafs daraus im Grofsen Salmiak fabricirt wird. — Auf gleiche Weise wird der Harnstoff durch Einwirkung von concentrirten Säuren oder kaustischen Alkalien in Kohlensäure und Ammoniak umgewandelt.

Ammonium-Sulfhydrat (Schwefelwasserstoff-Ammoniak), $\dot{N}H^4\dot{H}$. Entsteht durch Sättigung von wäfsrigem Ammoniak mit Schwefelwasserstoffgas. Farblose, stark nach Schwefelwasserstoff und Ammoniak riechende Flüssigkeit, die in der analytischen Chemie sehr häufig zur Entdeckung und Scheidung der Metalle gebraucht wird.

Das Ammoniak verbindet sich ferner mit sehr vielen Haloïd- und Sauerstoff-Salzen zu basischen Doppelsalzen. So z. B. wird es in grofser Menge und bestimmter Proportion absorbirt von trocknem Chlorsilber, Chlorcalcium, salpetersaurem Silberoxyd, schwefelsaurem Kupferoxyd etc.; es vereinigt sich mit Chlorschwefel, Chlorphosphor, Fluorkiesel etc.

5. Barium.

Vorkommen. Als schwefelsaure und kohlensaure Baryterde.

Eigenschaften. Graues Metall, in der Luft und in Wasser sich rasch oxydirend. Noch wenig bekannt, da es sich bis jetzt nur vermittelst der electrischen Säule darstellen läfst.

Baryterde. Graulichweifse, erdige Substanz, von ätzendem, alkalischem Geschmack und alkalischer Reaction. In gewöhnlichem Feuer unschmelzbar. Spec. Gewicht 4,0. Besteht aus 1 At. Barium und 1 At. Sauerstoff, $=\dot{Ba}$.

Die Baryterde wird gewöhnlich aus dem schwefelsauren Baryt (Schwerspath) erhalten, indem man ihn zuerst durch Glühen mit Kohle in Schwefelbarium verwandelt. 8 Th. sehr fein geriebener Schwerspath werden mit 1 Th. Kohlenpulver und 2 Th. Harz oder Mehl genau vermischt und eine Stunde lang in einem bedeckten Tiegel stark geglüht. Aus der geglühten Masse wird mit kochendem Wasser das gebildete Schwefelbarium ausgezogen, die Auflösung mit Salpetersäure gesättigt, filtrirt, abgedampft, und die

Digitized by Google

krystallisirte salpetersaure Baryterde in einem Porzellantiegel stark geglüht, worauf reine Baryterde zurückbleibt.

Baryterdehydrat. Reine Baryterde, mit Wasser benetzt, vereinigt sich damit unter sehr heftiger Erhitzung, und zerfällt zu weifsem, pulverförmigem Hydrat. Es schmilzt in der Glühhitze, ohne sein Wasser zu verlieren. Enthält 10,53 Procent oder 1 Atom Wasser. — Ist giftig. In kochendem Wasser leicht löslich, schiefst daraus beim Erkalten in Krystallen an, — Baryterdehydrat mit Krystallwasser. Wird am einfachsten erhalten durch Kochen der Schwefelbarium-Lösung mit Kupferoxyd. Löst sich in 20 Th. kalten Wassers (Barytwasser). Diese Auflösung schmeckt und reagirt alkalisch, bedeckt sich an der Luft mit einer weifsen Haut oder Rinde, indem sie, wie die reine Erde und das feste Hydrat, Kohlensäure anzieht, und wird zu reinem Wasser.

Bariumsuperoxyd entsteht durch gelindes Glühen von reiner Baryterde in Sauerstoffgas. Graue, erdige Masse, die doppelt so viel Sauerstoff als die Baryterde enthält. Zerfällt mit Wasser zu einem weifsen, pulverförmigen Hydrat, welches sich in verdünnten Säuren ohne Sauerstoffgas-Entwickelung, unter Bildung von Wasserstoffsuperoxyd, auflöst, worauf sich seine Anwendung zur Darstellung des letzteren gründet.

Salze.

Die auflöslichen Barium-Salze sind dadurch ausgezeichnet, dafs Schwefelsäure oder schwefelsaure Salze in ihrer Auflösung einen weifsen, in Säuren ganz unlöslichen Niederschlag bewirken.

Chlorbarium, Ba Cl. Erhitzte Baryterde wird in Chlorwasserstoffgas glühend, unter Bildung von Chlorbarium und Wasser. Baryterde, in Chlorgas erhitzt, wird zu Chlorbarium, unter Abscheidung von $\frac{1}{2}$ Maafs Sauerstoffgas. Das Chlorbarium ist eine weifse, in starker Glühhitze schmelzende, in Wasser lösliche Masse. Aus der Auflösung krystallisirt es in tafelförmigen, klaren Krystallen mit Krystallwasser, von scharfem, unangenehmem Geschmack. In die-

Digitized by Google

ser Gestalt erhält man es am wohlfeilsten durch Sättigen der Schwefelbarium-Auflösung mit Salzsäure.

Schwefelsaure Baryterde, $\dot{Ba}\ddot{S}$, kommt als Mineral krystallisirt vor und wird in der Mineralogie *Schwerspath* genannt. Die Krystalle sind häufig grofs, farblos und durchsichtig; spec. Gewicht über 4. Das künstlich dargestellte Salz bildet stets ein weifses, selbst in Säuren ganz unlösliches Pulver. Man erhält es z. B. durch Fällung von Chlorbariumlösung mit Schwefelsäure. Wegen der absoluten Unlöslichkeit dieses Salzes oder vollständigen Fällbarkeit der Baryterde durch Schwefelsäure, bedient man sich der Baryterde bei Analysen zur Entdeckung der kleinsten Mengen Schwefelsäure und zu ihrer quantitativen Abscheidung. — Mit gemahlenem Schwerspath wird häufig das Bleiweifs versetzt.

Unterschwefelsaure Baryterde, $\dot{Ba}\ddot{\ddot{S}}$, bildet grofse, in Wasser leichtlösliche Krystalle. *Schwefligsaure*, $\dot{Ba}\ddot{S}$, ist ein weifses, unlösliches Pulver. *Unterschwefligsaure*, $\dot{Ba}\ddot{S}$, krystallisirt aus der Schwefelbarium-Lösung, wenn sie längere Zeit in der Luft steht, in nadelförmigen, sehr schwerlöslichen Krystallen.

Salpetersaure Baryterde, $\dot{Ba}\ddot{\dot{N}}$, ist in Wasser löslich und krystallisirt in Octaëdern.

Kohlensaure Baryterde, $\dot{Ba}\ddot{C}$, kommt im Mineralreich krystallisirt vor als *Witherit*. Die künstlich dargestellte ist ein weifses, in Wasser unlösliches Pulver; wird erhalten durch Fällung, z. B. von Schwefelbarium mit kohlensaurem Kali.

Die Baryterde ist 1774 von Scheele entdeckt worden.

6. Strontium.

Vorkommen. Nur in geringer Menge, als schwefelsaure und kohlensaure Strontianerde.

Das Strontium ist noch wenig bekannt. In seinen Verbindungen ist es dem Barium so ähnlich, wie das Natrium dem Kalium.

Strontianerde ist in jeder Beziehung der Baryterde höchst ähnlich, und wird auch auf dieselbe Weise aus der schwefelsauren Strontianerde gewonnen.

Digitized by Google

Die auflöslichen Strontium-Salze werden, wie die Barium-Salze, durch Schwefelsäure gefällt. Sie unterscheiden sich aber von diesen unter anderem dadurch, dafs sie die Flamme brennender Körper schön purpurroth färben. Darauf gründet sich die Anwendung der salpetersauren Strontianerde zu Feuerwerken. Das *Chlorstrontium* bildet zerfliefsliche Krystalle.

Die Strontianerde besteht aus 1 Atom Strontium und 1 Atom Sauerstoff, $=\dot{S}r$. Sie ist zuerst 1790 von der Baryterde unterschieden worden.

7. Calcium.

Vorkommen. Unter den Alkalimetallen das verbreitetste. Findet sich als Kalkerde in allen 3 Naturreichen. Bildet als kohlensaure und schwefelsaure Kalkerde ganze Gebirge und Lager, als phosphorsaure die Knochen der Thiere.

Eigenschaften. Das Calcium, bis jetzt nur vermittelst der electrischen Säule abscheidbar, ist ein weifses, glänzendes, in der Luft und in Wasser sich schnell oxydirendes Metall.

Kalkerde. Die reine Kalkerde bildet eine weifse, erdige, in gewöhnlichem Feuer unschmelzbare Substanz, von alkalischem Geschmack und alkalischer Reaction; 2,0 spec. Gewicht. Man erhält sie durch heftiges Glühen von reiner kohlensaurer Kalkerde (Marmor), welche dabei die Kohlensäure verliert. Im Grofsen mit dem gewöhnlichen Kalkstein in den Kalköfen ausgeführt, ist diese Operation unter dem Namen *Kalkbrennen* bekannt; der *gebrannte* Kalk ist also eine kohlensäurefreie, nur mehr oder weniger durch fremde Einmengungen verunreinigte Kalkerde. In der Luft zerfällt er nach und nach, indem er Kohlensäure und Wasser anzieht. — Die Kalkerde besteht aus 1 Atom Calcium und 1 Atom Sauerstoff, $=\dot{C}a$; sie enthält 28 Procent Sauerstoff.

Kalkerdehydrat. Mit Wasser benetzt, erhitzt sich der gebrannte Kalk sehr heftig und zerfällt zu einem aufgequollenen, weifsen Pulver, Kalkerdehydrat (gelöschter Kalk), welches 25 Procent oder 1 Atom Wasser enthält, das erst in schwacher Glühhitze wieder auszutreiben ist. Die Bil-

Digitized by Google

dung dieses Hydrats ist im gewöhnlichen Leben als das *Löschen des Kalks* bekannt. Kalk, welcher zu viel fremde Beimengungen, namentlich Kieselerde und Thonerde, enthält, löscht sich, besonders nach zu heftigem Brennen, nicht (bildet kein Hydrat), und wird *todtgebrannter* Kalk genannt; die Ursache davon ist die beim Brennen eingetretene chemische Vereinigung der eingemengten Kieselsäure und Thonerde mit der Kalkerde. Wird beim Löschen des Kalkes mehr Wasser zugegossen, als zur Bildung des Hydrats erforderlich ist, so bildet dieses einen weifsen Brei, und mit noch mehr Wasser die sogenannte Kalkmilch. Läfst man diese sich klären, so bleibt über dem abgesetzten Kalkhydrat das *Kalkwasser* stehen, eine Auflösung von Kalkerde in Wasser. Es schmeckt und reagirt alkalisch, und bedeckt sich an der Luft mit einer Haut von kohlensaurem Kalk, verliert daher in der Luft bald seinen ganzen Kalkgehalt; 1 Th. Kalkerde braucht ungefähr 1000 Th. Wasser zur Auflösung.

Der Kalk wird darum gebrannt und gelöscht, weil er im Zustand von Hydrat die Eigenschaft hat, sich mit Sand zu einer bindenden, allmählig erhärtenden Masse, dem *Mörtel,* zu verbinden. Der gewöhnliche Mörtel (Luftmörtel) erhärtet aber nur in der Luft und nicht unter Wasser. Zu Wasserbauten wird daher der Wassermörtel (hydraulische Mörtel, Cement) angewendet, der durch Brennen eines Gemenges von Kalk mit kiesel- und thonerdehaltigen Substanzen, oder durch schwaches Brennen von sogenanntem mageren Kalkstein (thon- und kieselerdehaltigem Kalk) erhalten wird. Der Wassermörtel erhärtet nicht allein sehr schnell an der Luft, sondern auch nach und nach unter Wasser zu einer steinharten Masse.

Von der Kalkerde macht man aufserdem noch sehr mannichfaltige, technische Anwendungen.

Schwefelcalcium, Ca, wird erhalten *a*) durch Glühen von schwefelsaurer Kalkerde (Gyps) mit Kohle; *b*) durch Glühen von Kalkerde in Schwefelwasserstoffgas; *c*) durch Glühen von Kalkerde mit Schwefel. — Gelblichweifse, erdige, unschmelzbare Substanz von hepatischem Geschmack.

Digitized by Google

Kaum in Wasser löslich. Leuchtet, nach dem Aussetzen in den Sonnenschein, im Dunkeln.

Phosphorcalcium entsteht, mit phosphorsaurer Kalkerde gemengt, wenn man auf glühende Kalkerde in einem kleinen Glaskolben Phosphorstücke wirft. — Rothbraune Masse, die an der Luft zerfällt, und in Wasser Phosphorwasserstoffgas entwickelt.

Salze.

Die auflöslichen Calcium-Salze sind besonders dadurch zu unterscheiden, dafs ihre, selbst sehr verdünnten, Auflösungen mit Oxalsäure einen weifsen Niederschlag geben.

Chlorcalcium (salzsaure Kalkerde), $CaCl$. Entsteht wie das Chlorbarium. Man erhält es auch durch Auflösen von Marmor in Salzsäure, Abdampfen und Schmelzen, oder als Nebenproduct bei der Bereitung des Ammoniaks. Weifse, krystallinische, schmelzbare Substanz, von bitterlich-salzigem Geschmack; zieht sehr rasch Feuchtigkeit aus der Luft an und zerfliefst, wird daher zum Trocknen feuchter Gase und zum Entwässern des Weingeistes angewendet. Löst sich unter Erhitzung in Wasser, und krystallisirt aus seiner concentrirten Auflösung in klaren, säulenförmigen Krystallen mit 49 Proc. Krystallwasser, die sich unter starker Kälteerzeugung in Wasser lösen und daher zur Hervorbringung künstlicher Kälte dienen.

Fluorcalcium, Flufsspath, CaF. Das natürliche kommt in Würfeln und Octaëdern, theils farblos, theils mannichfaltig und lebhaft gefärbt, vor; leuchtet beim Erwärmen im Dunkeln. Das künstliche bildet ein weifses, unlösliches Pulver. Der Flufsspath ist das Material zur Darstellung aller Fluorverbindungen; wegen seiner Schmelzbarkeit dient er öfters als Zuschlag oder Flufs beim Ausschmelzen der Erze.

Schwefelsaure Kalkerde, Gyps, $\dot{C}a\ddot{S}$. Macht ganze Berge aus. Bildet im dichteren, unreineren Zustande den *Gypsstein*, im reineren, körnig krystallinischen den *Alabaster*, im krystallisirten das *Marienglas*, und im wasserfreien Zustande den *Anhydrit*. Der krystallisirte Gyps ist farblos, durchsichtig, weich, etwas biegsam, und enthält,

Digitized by Google

so wie auch der Gypsstein und Alabaster, 20,78 Procent oder 2 Atome Krystallwasser, welches noch unter der Glühhitze entweicht. Das *Brennen* des Gypses bezweckt das Austreiben dieses Wassers. Der gebrannte Gyps hat die Eigenschaft, mit Wasser angemacht, damit zu erhärten, d. h. sein Krystallwasser wieder aufzunehmen, und hierauf gründet sich seine Anwendung zum Gieſsen von Büsten, Statuen etc., ferner zum Gypsmörtel, zum Gypsmarmor oder Stuck. Zu stark gebrannter Gyps erhärtet mit Wasser nicht, weil er sich nicht mehr chemisch damit verbindet. In starker Glühhitze schmilzt er zu einer weiſsen, undurchsichtigen Masse. — Der Gyps ist in ungefähr 460 Theilen Wassers löslich und krystallisirt daraus in kleinen Nadeln; auch findet er sich in vielem Quellwasser aufgelöst. Aus der Auflösung eines anderen Kalkerdesalzes, durch Schwefelsäure niedergeschlagen, bildet er einen aus zarten Krystallnadeln bestehenden, sehr dicken, weiſsen Niederschlag. — Die Anwendung des Gypses ist sehr ausgedehnt und mannichfaltig.

Unterschwefelsaure Kalkerde, $\dot{Ca}\ddot{S}$, ist leicht löslich und krystallisirbar.

Schwefligsaure Kalkerde, $\dot{Ca}\dot{S}$, ist ein sehr schwerlösliches, weiſses Pulver.

Salpetersaure Kalkerde, $\dot{Ca}\ddot{N}$, ist ein zerflieſsliches Salz; ist in der Lauge von der Salpeter-Fabrication enthalten.

Phosphorsaure Kalkerde existirt in mehreren Sättigungsstufen. *Basische* phosporsaure Kalkerde, $\dot{Ca}^8\ddot{P}^3$, macht den wesentlichsten Bestandtheil aller Knochen aus (Knochenerde). Weiſsgebrannte Knochen bestehen aus diesem Salz und einer kleinen Menge kohlensaurem Kalk. Sie sind in Salpetersäure auflöslich, und Ammoniak schlägt daraus die Knochenerde wieder nieder. Eine noch basischere phosphorsaure Kalkerde kommt im Mineralreich krystallisirt vor, als *Apatit*.

Unterchlorigsaure Kalkerde (Chlorkalk), $\dot{Ca}\dot{Cl}$, wird in festem Zustand und gemengt mit Chlorcalcium als ein

Digitized by Google

weifses Pulver (Bleichpulver) erhalten durch Sättigung von Kalkhydrat mit Chlorgas, in flüssigem durch Sättigen von Kalkmilch mit Chlorgas. Riecht chlorartig und entwickelt mit Säuren Chlorgas. — Dient zum Bleichen, namentlich der baumwollenen Zeuge und der Leinwand u. s. w., zur Zerstörung fauler Gerüche und ansteckender Krankheitsstoffe.

Kohlensaure Kalkerde, $\dot{Ca}\ddot{C}$, bildet den Kalkstein, den Marmor, die Kreide, die Muschelschaalen etc.; im ganz reinen und krystallisirten Zustand den *Kalkspath*. Fast unauflöslich in Wasser; auflöslich in kohlensäurehaltigem Wasser. Gebrannter Kalk, indem er an der Luft zerfällt, verwandelt sich in ein basisches kohlensaures Salz mit Wasser, $=\dot{Ca}^2\ddot{C}+\dot{H}$.

Oxalsaure Kalkerde, $\dot{Ca}\ddot{\dot{C}}$. Weifses, in Wasser ganz unlösliches Pulver. Oxalsäure schlägt die Kalkerde aus jedem auflöslichen Kalkerdesalz nieder, dient daher zur Entdeckung und Abscheidung derselben. Wird durch schwaches Glühen in kohlensaure Kalkerde verwandelt, unter Entwickelung von Kohlenoxydgas. Findet sich häufig in Pflanzen.

Kieselsaure Kalkerde bildet ein krystallisirtes Mineral, den *Tafelspath*.

Kieselsaure Kali-Kalkerde bildet ein ausgezeichnet schön krystallisirtes Mineral, den *Apophyllit*, $=\dot{K}\ddot{Si}^2+8\dot{Ca}\ddot{Si}+16\dot{H}$.

8. Magnesium.

Vorkommen. Als Talkerde in Verbindung mit mehreren Säuren, namentlich Schwefelsäure, Kieselsäure und Kohlensäure; weniger häufig als die Kalkerde.

Eigenschaften. Silberweifses, geschmeidiges, in Luft und Wasser unveränderliches Metall; verbrennt beim Erhitzen zu Talkerde. Wird durch Zersetzung von Chlormagnesium mit Natrium erhalten.

Talkerde. Feines, weifses, lockeres Pulver; geschmack- und geruchlos; in gewöhnlichem Feuer unschmelzbar; erhitzt sich nicht mit Wasser; fast unlöslich darin. Besteht

Digitized by Google

aus 1 Atom Magnesium und 1 Atom Sauerstoff = Mg. — Wird erhalten durch Fällung einer Auflösung von schwefelsaurer Talkerde mit kohlensaurem Kali bei Siedhitze, Auswaschen des Niederschlags, Trocknen und Glühen.

Salze.

Die auflöslichen Magnesiumsalze sind durch einen eigenen, bitteren, unangenehmen Geschmack ausgezeichnet. Von Ammoniak wird nur ein Theil der Erde niedergeschlagen; ist die Auflösung verdünnt und enthält ein Ammoniaksalz, so fällt Ammoniak nichts. Von kohlensaurem Ammoniak werden sie nicht gefällt. Charakteristisch für die Magnesiumsalze ist der weiſse krystallinische Niederschlag, den phosphorsaures Ammoniak darin bildet (siehe phosphorsaure Ammoniak-Talkerde).

Chlormagnesium, Mg Cl. Grofsblättrig krystallinische, schmelzbare weiſse Substanz; sehr zerfliefslich. Findet sich aufgelöst in Salzsoolen und im Meerwasser. Entsteht durch Glühen von Talkerde in Chlorgas oder Chlorwasserstoffgas; oder durch Auflösen von Talkerde in Salzsäure, Vermischen der Auflösung mit Salmiak, Abdampfen und Erhitzen des Gemisches in einer Retorte bis zum Schmelzen.

Schwefelsaure Talkerde, Bittersalz, $\dot{Mg}\ddot{S}$. Findet sich im Meerwasser und in Mineralquellen (Bitterwasser), aus welchen letzteren sie durch Abdampfen und Krystallisiren gewonnen wird. Bildet klare, säulenförmige Krystalle, mit 51 Procent Wasser; schmeckt bitter salzig; ist leicht auflöslich.

Salpetersaure Talkerde, $\dot{Mg}\ddot{N}$, ein höchst zerfliefsliches Salz. Ist in der Salpeter-Mutterlauge enthalten.

Phosphorsaure Talkerde, $\dot{Mg}^2\ddot{P}$, ist in verschiedenen Theilen der Thiere und Pflanzen, z. B. in den Saamen der Gräser, enthalten.

Phosphorsaure Ammoniak-Talkerde, basische, bildet öfters die bei Thieren vorkommenden, steinigen Concretionen, setzt sich aus faulendem Harn in kleinen Krystallen ab, und fällt als ein krystallinisches Mehl nieder, wenn man

man zu einem aufgelösten Magnesiumsalz basisches phosphorsaures Ammoniak, oder phosphorsaures Natron, und Ammoniak mischt. In Wasser kaum löslich; in Wasser, welches phosphorsaures Alkali enthält, ganz unlöslich. Verwandelt sich im Glühen in $\dot{Mg}^2\ddot{P}$, und dieses geglühte Salz enthält 36,67 Procent Talkerde. — Diese Verhältnisse benutzt man zur Unterscheidung und quantitativen Bestimmung der Talkerde. Die zu prüfende Flüssigkeit wird mit Salmiak und dann mit oxalsaurem Ammoniak versetzt, die oxalsaure Kalkerde abfiltrirt, und dann das phosphorsaure Salz zugesetzt.

Kohlensaure Talkerde. Durch Zersetzung des schwefelsauren Salzes mit kohlensaurem Kali in der Siedhitze. Der ausgewaschene und getrocknete Niederschlag bildet eine weifse, zarte, leichte Masse, bekannt unter dem Namen ***Magnesia.*** Sie ist eine Verbindung von kohlensaurer Talkerde mit Talkerdehydrat, $=3\dot{Mg}\ddot{C}\dot{H}+\dot{Mg}\dot{H}$.

Kohlensaure Kalk-Talkerde bildet ein krystallisirtes Mineral, den ***Bitterspath***, und eine Gebirgsart, den ***Dolomit.***

Oxalsaure Talkerde, $\dot{Mg}\ddot{C}$. Unauflösliches Pulver. Aus ihrer Auflösung in Säuren wird sie nicht durch Ammoniak gefällt. Hierauf beruht die Scheidung der Talkerde von Kalkerde. Die Talkerdesalze werden nicht durch Oxalsäure oder zweifach-oxalsaures Kali gefällt.

Borsaure Talkerde, $\dot{Mg}^3\ddot{B}^4$, findet sich krystallisirt als ***Boracit*** im Mineralreiche.

Kieselsaure Talkerde bildet, in verschiedenen Sättigungsstufen, mehrere Mineralien: $\dot{Mg}\ddot{Si}$ ist der ***Speckstein***; $\dot{Mg}\ddot{Si}+\dot{H}$ der ***Meerschaum;*** $\dot{Mg}^3\ddot{Si}$ der ***Chrysolith;*** $3\dot{Mg}\dot{H}^2+2\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$ der ***Serpentin.***

Kieselsaure Kalk-Talkerde bildet den ***Augit,*** $=\dot{Ca}^3\ddot{Si}^2+\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$, und die ***Hornblende*** $=\dot{Ca}\ddot{Si}+\dot{Mg}^3\ddot{Si}^2$.

9. Lantanium.

Vorkommen. In Begleitung des Ceriums, besonders im Cerit, als Lantanerde. 1839 von Mosander entdeckt.

Digitized by Google

10. Aluminium.

Vorkommen. Als Thonerde, nächst der Kieselsäure der häufigste Bestandtheil des Mineralreiches.

Eigenschaften. Durch Zersetzung des Chloraluminiums mit Kalium erhalten, ist das Aluminium ein graues, bei Weifsglühhitze unschmelzbares Pulver, welches unter dem Polirstahl zinnweifsen Metallglanz annimmt. In Wasser und Luft bei gewöhnlicher Temperatur unveränderlich; in der Luft erhitzt, verbrennt es mit vielem Glanz zu Thonerde. In kaustischen Alkalien unter Wasserstoffgas-Entwickelung auflöslich.

Thonerde. Alaunerde. Die reine Thonerde kommt als Mineral krystallisirt vor, als: *Saphir*, *Rubin* und *Corund* (gemengt als *Smirgel*); ist in diesem Zustand, nächst dem Diamant, der härteste Körper, von 4 spec. Gewicht. Die künstlich dargestellte ist ein weifses, geschmack- und geruchloses, in gewöhnlichen Feuergraden unschmelzbares Pulver. Man erhält sie aus dem Alaun durch Fällung seiner Auflösung mit überschüssigem kohlensauren Kali, Auflösen des ausgewaschenen, kali- und schwefelsäurehaltigen Niederschlags in Salzsäure, Fällen mit Ammoniak, und Auswaschen und Trocknen des sehr voluminösen, gallertartigen Niederschlags. Dieser ist Thonerdehydrat, welches durch Glühen zu reiner Thonerde wird. In diesem Zustand ist sie in Säuren sehr schwer löslich. Von kaustischem Kali und Natron wird sie in bedeutender Menge aufgelöst, und verhält sich gegen starke Salzbasen überhaupt wie eine Säure; eine in Octaëdern krystallisirte Verbindung der Art ist der *Spinell* (Thonerde-Talkerde), $=\dot{M}g\ddot{A}l$. Die Thonerde besteht aus 2 At. Aluminium und 3 At. Sauerstoff, $=\ddot{A}l$, und ist die sauerstoffreichste Salzbasis. Von anderen Erden unterscheidet sie sich durch ihre Auflöslichkeit in kaustischem Kali, durch ihre Eigenschaft mit Kali und Schwefelsäure octaëdrische Krystalle von Alaun zu geben, und durch ihre Eigenschaft, mit salpetersaurem Kobaltoxyd befeuchtet und geglüht, schön blau zu werden.

Schwefelaluminium, $\ddot{A}l'''$. Graue, halbmetallische Masse;

Digitized by Google

zersetzt sich mit Wasser sogleich in Thonerde und Schwefelwasserstoffgas.

Salze.

Die auflöslichen Aluminiumsalze haben einen säuerlichen, süfslich zusammenziehenden Geschmack. Kaustisches Kali bewirkt darin einen, in überschüssig zugesetztem Kali wieder löslichen Niederschlag. Die neutralen Sauerstoffsalze bestehen aus 1 At. Thonerde und 3 At. Säure.

Chloraluminium. Gelbliche, krystallinische, leicht schmelzbare, sehr flüchtige Masse; an der Luft zerfliefslich, in Wasser unter starker Erhitzung auflöslich. Wird erhalten durch Glühen eines Gemenges von Thonerde und Kohle in Chlorgas. Besteht aus 2 At. Aluminium und 6 At. Chlor, $=\dot{A}l\,\dot{C}l^3$.

Schwefelsaure Thonerde, $\dot{A}l\ddot{S}^3$, krystallisirt in dünnen perlmutterglänzenden, leicht auflöslichen Blättchen.

Schwefelsaure Kali-Thonerde, Alaun. Wegen seiner grofsen Anwendung, besonders in der Färberei und Lederbereitung, das merkwürdigste Thonerdesalz; wird auf mehrfache Weise im Grofsen gewonnen: 1) durch Auslaugen alaunhaltiger vulkanischer Erde (Solfatara bei Neapel); 2) aus dem Alaunstein durch Rösten und nachheriges Auslaugen (Tolfa bei Civita Vecchia im Kirchenstaat); 3) am allgemeinsten aus der Alaunerde und dem Alaunschiefer (Alaunerz), durch freiwillige Verwitterung oder Rösten an der Luft, Auslaugen, Concentriren der Lauge durch Eindampfen, Zusatz eines Kalisalzes, namentlich schwefelsauren Kali's, wodurch sich der Alaun als krystallinisches Pulver (Alaunmehl) abscheidet, Wiederauflösen desselben und Krystallisiren; 4) durch Behandlung von Thon mit Schwefelsäure, Auslaugen und Zusatz von schwefelsaurem Kali.

Der Alaun krystallisirt in regulären, farblosen Octaëdern, schmeckt säuerlich zusammenziehend, reagirt schwach sauer, ist schwer löslich in kaltem, leicht löslich in heifsem Wasser. Enthält 45,5 Proc. Krystallwasser, schmilzt beim Erwärmen unter starkem Aufschäumen, unter Verlust des Wassers, zu einer schwammigen weifsen Masse (ge-

Digitized by Google

braunter Alaun). Der krystallisirte Alaun besteht aus 1 At. schwefelsaurem Kali und 1 At. schwefelsaurer Thonerde, verbunden mit 24 At. Krystallwasser. Sein Atomgewicht ist 5936,4. In 100 Th. enthält er 10,76 Thonerde.

Das Kali im Alaun kann durch Natron oder Ammoniak ersetzt werden, ohne Veränderung der Krystallform. Der Natron-Alaun verwittert in der Luft und zerfällt zu Mehl. Der Ammoniak-Alaun wird öfters statt des Kali-Alauns angewendet und im Grofsen gewonnen, indem man der rohen Alaunlauge, statt eines Kalisalzes, das von der trocknen Destillation thierischer Stoffe gewonnene kohlensaure Ammoniak, oder daraus bereitetes schwefelsaures Ammoniak zusetzt. — Der aus dem Alaunstein gewonnene Alaun, der sogenannte *römische* Alaun, ist durch ein wenig Eisenoxyd blafsroth gefärbt.

Kieselsaure Thonerde kommt im Mineralreiche sehr häufig vor. Sie macht den Hauptbestandtheil der gewöhnlichen Thonarten, die Hauptmasse des Porzellans, des Steinguts, überhaupt der Töpferwaaren und der Ziegel aus, gehört daher durch diese mannigfaltige Anwendbarkeit zu den nützlichsten Naturproducten. — Der *Cyanit*, ein krystallisirtes, gewöhnlich hellblaues Mineral, ist basische kieselsaure Thonerde, $=\ddot{A}l^2\ddot{S}i$.

Kieselsaure Kali-Thonerde bildet einen der allgemeinsten Bestandtheile der Erdrinde, den *Feldspath*. Er ist so zusammengesetzt, dafs wenn man sich den Kiesel durch Schwefel vertauscht denkt, wasserfreier Alaun entsteht, $=\dot{K}\ddot{S}i+\ddot{A}l\ddot{S}i^3$. Er ist durch Säuren nicht zersetzbar.

Kieselsaure Natron-Thonerde ist der Natron-Feldspath oder *Albit*.

Kieselsaure Lithion-Thonerde ist der *Petalit* und der *Spodumen*.

Kieselsaure Baryt-Thonerde, mit Krystallwasser, bildet den *Harmotom* oder Kreuzstein.

Kieselsaure Kalk-Thonerde bildet in verschiedenen Verbindungs-Verhältnissen, und gemengt mit kieselsaurem Alkali, sehr viele Mineralien; mit Krystallwasser z. B. die *Zeolithe*.

Digitized by Google

Kohlensaure Thonerde. Thonerde verbindet sich nicht mit Kohlensäure.

11. Beryllium.

Vorkommen. Nur selten, als Beryllerde vorzüglich im Beryll.

Eigenschaften. Bis jetzt nur als graues, in Luft und Wasser beständiges Metallpulver bekannt. Verbrennt beim Erhitzen mit grofsem Glanz zu Beryllerde.

Beryllerde. Weifses, geschmackloses Pulver, von 3 spec. Gewicht. Auflöslich in kaustischen Alkalien, aber auch auflöslich in kohlensaurem Ammoniak, wodurch sie sich von der Thonerde unterscheidet; auch giebt sie mit Schwefelsäure und Kali keinen Alaun. Besteht aus 2 At. Beryllium und 3 At. Sauerstoff, $=\ddot{G}$.

Die Beryllerdesalze haben einen zusammenziehenden süfsen Geschmack.

Kieselsaure Beryllerde mit kieselsaurer Thonerde bildet den *Beryll* und den *Smaragd*, $=\ddot{G}\ddot{S}i^4+\ddot{A}l\ddot{S}i^2$, die nur durch die Farbe verschieden sind, und $13\frac{2}{3}$ Procent Beryllerde enthalten.

Thonerde-Beryllerde den *Chrysoberyll.*

Die Beryllerde ist 1797 von Vauquelin entdeckt worden.

12. Yttrium.

Vorkommen. Sehr selten, als Yttererde in wenigen seltenen Mineralien.

Eigenschaften. Aus metallisch glänzenden Schuppen bestehendes, schwarzes Pulver. Verbrennt beim Erhitzen mit blendendem Feuer zu Yttererde.

Yttererde. Weifses, geschmackloses, unschmelzbares Pulver von 4,8 spec. Gewicht. In kaustischen Alkalien ganz unlöslich. Man gewinnt sie aus dem *Gadolinit*, einem sehr seltenen, schwarzen Mineral, welches hauptsächlich aus kieselsaurer Yttererde besteht. 1794 von Gadolin entdeckt.

Digitized by Google

13. Zirconium.

Vorkommen. Sehr selten, vorzüglich als kieselsaure Zirkonerde den *Zirkon* (und Hyacinth) bildend.

Eigenschaften. Schweres, schwarzes Pulver, nimmt unter dem Polirstahl einigen Metallglanz an. Verbrennt beim Erhitzen zu Zirkonerde.

Zirkonerde. Weifses, unschmelzbares Pulver, von 4,3 spec. Gewicht. Nach dem Glühen nur in concentrirter Schwefelsäure löslich. Ist besonders daran zu erkennen, dafs sie aus einer neutralen Auflösung durch Zusatz von schwefelsaurem Kali niedergeschlagen, und dafs dieser Niederschlag nach dem Kochen der Flüssigkeit nicht mehr vollständig von reinem Wasser aufgelöst wird. — Die Zirkonerde ist 1789 von Klaproth entdeckt worden.

14. Thorium.

Vorkommen. Bis jetzt nur in zwei sehr seltenen Mineralien aus Norwegen, dem *Pyrochlor* und dem *Thorit*, welcher letztere hauptsächlich aus kieselsaurer Thorerde besteht.

Eigenschaften. Graues, schweres Metallpulver. Verbrennt beim Erhitzen zu Thorerde.

Thorerde. Weifses Pulver von 9,4 spec. Gewicht. — 1828 von Berzelius entdeckt.

Digitized by Google

II. Abtheilung der Metalle.

1. Eisen.

Vorkommen. Das verbreitetste Metall dieser Abtheilung. Als Meteoreisen *gediegen.* Die Erze, woraus das Eisen gewonnen wird, bestehen alle aus oxydirtem Eisen; sie sind vorzüglich: *Magneteisenstein* (Oxydul-Oxyd), *Eisenglanz* und *Rotheisenstein* (Oxyd), *Brauneisenstein, Thoneisensteine* und *Raseneisensteine* (Oxydhydrat), und *Spatheisenstein* (kohlensaures Oxydul). Ferner findet es sich häufig in Verbindung mit Schwefel und mit Säuren.

Gewinnung. 1) Rösten der Erze zur Entfernung von Wasser, Schwefel etc. 2) Zerkleinern derselben. 3) Vermengung verschieden reicher Erze mit einander (*Gattiren*). 4) Vermengung mit Flufsmitteln (*Zuschlägen,* als Kalk, Quarz etc.) zur Bildung von Schlacke. 5) Schmelzen des Gemenges (der *Beschickung*) in abwechselnden Schichten mit Kohlen im *Hohofen* vor dem Gebläse. Wegschaffung der sich ansammelnden Schlacke; Ablassen oder Ausschöpfen des reducirten und geschmolzenen Eisens.

Das so (in *Gänzen* oder *Flossen*) erhaltene Eisen heifst *Roheisen.* Es ist nicht schmiedbar und kann als solches nur zu Gufswaaren verwendet werden. Um es schmiedbar zu machen, in *Stabeisen* zu verwandeln, wird es *gefrischt,* der *Frischarbeit* unterworfen; beruht darauf, dafs dem Roheisen der gröfste Theil seines Kohlenstoff-Gehalts und andere fremde Einmischungen durch Oxydation entzogen werden, und geschieht durch Schmelzung entweder vor dem Gebläse auf Heerden (*Frischfeuern*), oder in Flammöfen (*Puddlingsarbeit*). Hierauf Ausschmieden, Ausrecken des gefrischten, d. h. gereinigten, Eisenklumpens (der *Luppe*) unter den grofsen Eisenhämmern oder zwischen Walzen zu Stäben (zu Quadrateisen und flachem Eisen).

Das metallische Eisen wird in drei verschiedenen Zu-

Digitized by Google

ständen verarbeitet und angewendet, als Roheisen, als Stabeisen und als Stahl; die Eigenschaften dieser drei Arten sind sehr verschieden, sie sind hauptsächlich durch den ungleichen Gehalt an Kohlenstoff bedingt.

1. *Roheisen, Gufseisen.* Wird eingetheilt in graues und weifses. *a*) *Graues Roheisen*; schwarzgrau bis lichtgrau; fein- und grobkörnig; wenig hart, leicht zu feilen, drehen und bohren. Erzeugt sich beim richtigen Verhältnifs der Beschickung. Bei zu viel Kohle entsteht schwarzgraues, graphithaltiges, *gaares* Roheisen. *b*) *Weifses Roheisen*; zinnweifs, stark glänzend, von strahligblättrigem bis dichtem, feinkörnigem Gefüge; sehr hart und sehr spröde. Entsteht bei zu viel Erz im Verhältnifs zur Kohle und zu starker Wirkung des Gebläses (*grelles* Roheisen).

Das Roheisen ist spröde, nicht schmiedbar, nicht schweifsbar, aber viel leichter schmelzbar als Stabeisen; zieht sich beim Erstarren zusammen, und verändert Gefüge und Härte bedeutend, je nachdem es langsam oder plötzlich erstarrt. (Temperiren oder Weichmachen von Gufswaaren durch langes Glühen zwischen lockeren, feuerbeständigen Substanzen.) Erweicht bei Rothglühhitze und läfst sich sägen. Löst sich in verdünnter Schwefelsäure und Salzsäure unter Entwickelung eines stinkenden Wasserstoffgases und Zurücklassung von Kohle, und in sehr verdünnter kalter Salpetersäure ohne Gas-Entwickelung, mit Zurücklassung seines ganzen Kohlenstoff-Gehalts, auf. Enthält 3,15 bis 5,25 Proc. Kohlenstoff, theils chemisch gebunden, theils in Gestalt von Graphitblättchen eingemengt; aufserdem veränderliche kleine Mengen von Kiesel, Mangan, Phosphor, Schwefel etc.

2. *Stabeisen.* Im Bruche lichtgrau; nach dem Poliren stark glänzend; geschmiedet von sehnigem, zackigem Gefüge; das härteste und zäheste geschmeidige Metall; läfst sich nicht zu sehr dünnen Platten ausschlagen, aber zu sehr feinem Draht ausziehen; wird, glühend abgelöscht, nicht härter. Wird in der Rothglühhitze weicher und läfst sich in Weifsglühhitze zusammenschweifsen; schmilzt erst in der höchsten Weifsglühhitze. Spec. Gewicht 7,7. Magnetisch.

Digitized by Google

Das Stabeisen enthält noch ½ Procent Kohlenstoff, gewöhnlich auch noch Spuren von Kiesel und Mangan. Durch eine geringe Einmengung von Phosphor wird es *kaltbrüchig*, d. h. in der Kälte leicht brechend, wiewohl es schweifsbar bleibt. Höchst geringe Einmengungen von Schwefel machen es *rothbrüchig*, d. h. beim Schmieden in Glühhitze brüchig. Wird, mit Kohle geschmolzen, zu Roheisen. — Kohlenfreies Eisen nur durch Reduction von Eisenoxyd mit Wasserstoffgas, oder durch Schmelzen von reinem Stabeisen mit Eisenoxyd darstellbar. Ist weicher und weifser als gewöhnliches Stabeisen.

3. *Stahl*; ein kohlenstoffreicheres Eisen, mit weniger Kohlenstoff als im Roheisen, und mehr als im Stabeisen; nicht selten mit Spuren von Kiesel, Aluminium und Mangan. — Grauweifs; von sehr feinkörnigem, gleichem, durchaus nicht sehnigem Gefüge; sehr politurfähig. Glühend plötzlich abgekühlt (*abgelöscht*), wird er sehr hart, spröde, elastisch (*das Härten des Stahls*); beim langsamen Abkühlen bleibt er in der Kälte geschmeidig, weich, nur wenig härter als Stabeisen. In Rothglühhitze schmiedbar, in Weifsglühhitze schweifsbar. Läuft beim Erhitzen in der Luft mit verschiedenen, bei zunehmender Hitze wechselnden Farben an, wodurch der Grad seiner Härte und Elasticität bestimmt werden kann (*das Anlassen des Stahls*); bei 215° hellgelb, dann dunkelgelb, purpurfarben, violett, dunkelblau; bei anfangendem Glühen bildet sich eine dickere, schwarze Oxydrinde. Schmilzt leichter als Stabeisen, schwerer als Roheisen.

Der Stahl wird hauptsächlich auf zweierlei Weise erzeugt: 1) Aus gewissen Roheisensorten durch Schmelzen vor dem Gebläse unter Kohlen, wie beim Eisenfrischen; *Rohstahl.* 2) Durch vieltägiges Glühen von Stabeisen zwischen Kohlenpulver in verschlossenen thönernen Kasten; *Cämentstahl, Brennstahl.* Um ihn gleichförmiger zu machen, wird der Rohstahl *raffinirt* oder *gegerbt*, d. h. er wird in dünne Stäbe ausgereckt und viele solcher alsdann zu einem Stück zusammengeschweifst. Aus demselben Grunde wird der Cämentstahl in Tiegeln unter einer Decke von Glas umgeschmolzen, *Gufsstahl.* — *Damascirter Stahl* ist sol-

Digitized by Google

cher, der nach dem Aetzen mit Säuren auf seiner polirten Oberfläche Streifen und Zeichnungen von hellerer und dunklerer Farbe zeigt; so besonders der *indische Stahl, Wootz.*

Verbindungen des Eisens.

Eisenoxyde. Das Eisen ist leicht oxydirbar; es hat 2 Oxyde, das Oxydul und das Oxyd. In trockner Luft bleibt es bei gewöhnlicher Temperatur unverändert; in feuchter *rostet* es zu Oxydhydrat. Bis zum Glühen erhitzt, bedeckt es sich mit einer schwarzen Rinde von Oxydul-Oxyd, *Glühspahn* oder *Hammerschlag.* In der Weifsglühhitze verbrennt es mit glänzendem Funkensprühen zu Oxydul-Oxyd. Das bei gelinder Hitze durch Wasserstoffgas aus Oxyd reducirte, sehr fein zertheilte Eisen entzündet sich von selbst an der Luft und verglimmt zu Oxyd. In Wasserdämpfen geglüht, oxydirt sich das Eisen zu Oxydul-Oxyd. Löst sich in den meisten Säuren unter Wasserstoffgas-Entwickelung und Bildung von Oxydulsalz auf. Die Eisenoxyde sind durch Wasserstoffgas und Kohle leicht reducirbar.

a) Eisenoxydul. In reinem Zustande schwarzer Körper. Bildet sich beim Auflösen von Eisen in verdünnten Säuren. Alkalien schlagen daraus weifses Oxydulhydrat nieder, welches durch Einwirkung der Luft sogleich grau, dann grün, schwarzblau und zuletzt zu gelbbraunem Oxydhydrat wird. Das Oxydul besteht aus 1 Atom Eisen und 1 Atom Sauerstoff, =Fe.

b) Eisenoxyd. Natürlich als Eisenglanz und Rotheisenstein (Blutstein). Als Eisenglanz häufig krystallisirt, in derselben Form wie die Thonerde; von stahlgrauer Farbe, stark glänzend, von 5,24 spec. Gewicht, hart, unmagnetisch, giebt braunrothes Pulver. — Das künstlich dargestellte Oxyd ist ein, bald helleres, bald dunkleres braunrothes Pulver. In dem Eisenglanz ähnlichen, metallglänzenden Krystallschuppen erhält man es durch Glühen eines Gemenges von gleichen Theilen Eisenvitriol und Kochsalz, und nachheriges Auslaugen des gebildeten Glaubersalzes. Ferner bildet es sich durch längeres Glühen von Eisen an der Luft, oder durch heftiges Glühen von calcinirtem Eisen-

Digitized by Google

vitriol (Caput mortuum, Braunroth; als Farbe und als Polirpulver angewendet). Das Eisenoxyd löst sich nur schwierig in Säuren auf. Alkalien schlagen daraus gelbbraunes *Oxydhydrat* nieder, welches als Mineral den Brauneisenstein bildet. — Im Eisenoxyd nimmt das Eisen $1\frac{1}{2}$ mal so viel Sauerstoff wie im Oxydul auf, d. h. das Eisenoxyd besteht aus 2 At. Eisen und 3 At. Sauerstoff, $=\dddot{Fe}$.

Eisenoxydul-Oxyd, eine Verbindung der beiden Eisenoxyde, findet sich natürlich, und häufig in Octaëdern krystallisirt, als Magneteisenstein, und bildet den Glühspahn oder Hammerschlag (siehe oben). Schwarz, halb metallglänzend, von schwarzgrauem Pulver, 5 spec. Gewicht, magnetisch, schmelzbar. Der krystallisirte Magneteisenstein besteht aus 1 At. Oxyd und 1 At. Oxydul, $\dot{Fe}+\ddot{Fe}$, oder das Oxyd enthält darin 3mal den Sauerstoff des Oxyduls.

Schwefeleisen. Eisen vereinigt sich beim Erhitzen mit Schwefel unter Feuererscheinung. Eine Schwefelstange durchbohrt weifsglühendes Stabeisen und Stahl (nicht Roheisen). Eisenfeilspähne, mit Schwefel gemengt und angefeuchtet, giebt bei gewöhnlicher Temperatur schwarzes, pulveriges Schwefeleisen. Das Eisen hat fünf Schwefelungsstufen. Die höchste ist der als Mineral so häufig vorkommende *Schwefelkies,* der aus 1 Atom Eisen und 2 Atomen Schwefel besteht; in Krystallen hell messinggelb, stark glänzend, hart, unmagnetisch, in verdünnten Säuren unlöslich; verliert bei der Destillation einen Theil seines Schwefels (dient daher zur Schwefelgewinnung) und verwandelt sich in ein anderes Schwefeleisen, eine Verbindung des niedrigsten mit dem Sesquisulfuret $=\dot{Fe}^{3}\dddot{Fe}$. Dieselbe Verbindung findet sich natürlich als *Magnetkies* und entsteht künstlich, wenn man 2 Th. Schwefel und 3 Th. Eisenfeilspähne zusammen erhitzt und nachher schmilzt. Gelb metallisch glänzend, in's Tombackfarbne; löst sich, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas, in verdünnten Säuren auf; wird durch Rösten an der Luft in Eisenvitriol verwandelt.

Phosphoreisen. Fast silberweifs, sehr politurfähig, sehr hart, spröde. Kann erhalten werden durch Zusammenschmelzen von Eisen mit Knochenpulver, Sand und Kohle.

Digitized by Google

Eisensalze.

Das Eisen bildet zwei Reihen von Salzen: die Oxydulsalze und die Oxydsalze, oder die denselben entsprechenden zweierlei Haloïdsalze. Das Oxydul ist bei weitem die stärkere Basis. — Die ***Oxydulsalze*** sind blaulichgrün, meist auflöslich, und schmecken süfslich, hintennach dinteartig. In Auflösung oxydiren sie sich bald zu Oxydsalzen, gewöhnlich unter Absetzung eines unlöslichen gelben basischen Salzes. Galläpfelaufguſs bewirkt darin keinen, gelbes Cyaneisenkalium einen weifsen, sich bald bläuenden Niederschlag. — Die ***Oxydsalze*** sind meist braun oder braunroth, und die löslichen schmecken sehr herb und dinteartig. Cyaneisenkalium bewirkt darin, selbst bei aufserordentlicher Verdünnung, einen schön blauen, und Galläpfelaufguſs einen bläulichschwarzen Niederschlag. — Weder die Oxyd-, noch die Oxydulsalze mit den stärkeren Säuren werden durch Schwefelwasserstoffgas gefällt; erstere aber dadurch, unter Fällung von Schwefel, in Oxydulsalze umgewandelt. Durch Schwefelalkalien werden alle Eisensalze schwarz gefällt. — Das Eisen wird nur durch Zink, aber nur bei vollkommen abgehaltenem Luftzutritt, aus seinen aufgelösten Salzen metallisch gefällt.

Chloreisen. *a*) ***Eisenchlorür,*** $Fe\dot{C}l$. Weifse Masse, in starker Hitze schmelzbar und flüchtig, sich in glänzenden Blättern sublimirend. In Wasser löslich. Entsteht durch Glühen von Eisen in Chlorwasserstoffgas; durch Auflösen von Eisen in Salzsäure. Aus der blafsgrünen Auflösung krystallisirt es mit Wasser in blafsgrünen, zerflieſslichen Krystallen. *b*) ***Eisenchlorid,*** $Fe\dot{C}l^3$; sublimirt sich in tafelförmigen, halbmetallisch glänzenden Krystallen; zerflieſslich, sehr leicht löslich. Entsteht, wenn Eisen in Chlorgas gelinde erhitzt wird, wobei es sich entzündet; ferner durch Auflösen von Eisenoxyd in Salzsäure, oder von Eisen in Königswasser. Die Auflösung ist gelb bis dunkelbraun, sehr herbschmeckend und zersetzt sich theilweise beim Verdunsten.

Cyaneisen. Es giebt ein Eisencyanür und ein Eisencyanid, für sich wenig bekannt, aber um so merkwürdiger

Digitized by Google

durch ihre Verbindungen mit anderen Cyanmetallen. Das *Berlinerblau*, 1710 von Diesbach in Berlin entdeckt und als Farbe allgemein bekannt, ist eine Verbindung von 3 At. Eisencyanür mit 2 At. Eisencyanid, $3Fe\ddot{C}y + 2Fe\ddot{C}y^3$. Im reinen Zustand tief blau, mit glänzendem, kupferfarbenem Bruch, undurchsichtig, in Wasser unlöslich. Das käufliche unreine, ist mehr oder weniger hell, enthält Thonerde eingemengt. In der Glühhitze wird es zerstört und liefert, in Folge seines chemisch gebundenen und unzersetzt nicht abscheidbaren Wassers, verschiedene flüchtige Producte, unter Zurücklassung von eisenhaltiger Kohle. Wird von verdünnten kalten Säuren nicht verändert.

Im Grofsen wird es folgendermaafsen dargestellt: Stickstoffhaltige thierische Substanzen: getrocknetes Blut, Fleisch, Horn, Klauen, oder die bei der Salmiakgewinnung erhaltene stickstoffhaltige Kohle, werden mit Pottasche geglüht, aus der Masse das gebildete Cyankalium mit Wasser ausgelaugt, die Auflösung (*Blutlauge*) mit aufgelöstem Eisenvitriol (und gewöhnlich auch Alaun) vermischt, und der schmutzige Niederschlag so lange mit frischem Wasser ausgewaschen, bis er rein blau geworden ist, worauf man ihn trocknet.

Cyaneisenkalium (blausaures Eisenkali, Blutlaugensalz). Durch Kochen mit kaustischer Kalilauge verliert das Berlinerblau seine Farbe und wird in Eisenoxydhydrat umgewandelt, während sich darüber eine gelbe Auflösung bildet. Beim Verdunsten schiefsen daraus tafelförmige, citronengelbe Krystalle an, eine Verbindung von 1 Atom Eisen*cyanür* mit 2 Atomen Cyankalium und 3 Atomen Wasser, $2K\ddot{C}y + Fe\ddot{C}y + 3\dot{H}$, welches letztere erst beim Erhitzen entweicht, und welches gerade hinreicht, um Eisen und Kalium zu Eisenoxydul und Kali zu oxydiren und das Cyan in Cyanwasserstoff zu verwandeln. — Wird im Grofsen gewonnen durch gelindes Glühen von Thierstoffen mit Pottasche und Eisen, Auslaugen der Masse und Krystallisiren; oder durch Vermischung der Blutlauge mit wenig Eisenvitriol und Krystallisiren.

Gleich wie mit dem Cyankalium, verbindet sich das Eisencyanür in derselben Proportion auch mit den meisten

Digitized by Google

übrigen Cyanmetallen, und bildet so eine grofse Reihe von Doppel-Verbindungen. Die mit den Radicalen der Alkalien und alkalischen Erden sind auflöslich und krystallisirbar, und man erhält sie auf ähnliche Weise, wie die Kalium-Verbindung; die meisten übrigen sind unlöslich und entstehen alsdann als farblose oder gefärbte Niederschläge, durch Vermischung von aufgelöstem Cyaneisenkalium mit einem aufgelösten Metallsalz. — Bei Vermischung von aufgelöstem Cyaneisenkalium mit einem aufgelösten Eisen*oxydsalz* entsteht Berlinerblau. Hierauf beruht auch die Anwendung des Cyaneisenkaliums in der Färberei.

Leitet man durch eine Auflösung von Cyaneisenkalium Chlorgas, so wird das Eisencyanür in Cyanid umgeändert, und es schiefsen nach dem Verdunsten der Auflösung schön rothe, durchsichtige, glänzende Krystalle an, eine Verbindung von 1 Atom Eisen*cyanid* mit 3 Atomen Cyankalium, ohne Wasser (*rothes Cyaneisenkalium*) $= 3K\,Cy + Fe\,Cy^3$. Auch mit anderen Cyanmetallen bildet das Eisencyanid, gleich dem Cyanür, eine Reihe ähnlicher Doppel-Verbindungen. — Das rothe Cyaneisenkalium giebt mit den Eisen*oxydul*salzen Berlinerblau.

Schwefelsaures Eisenoxydul, Eisenvitriol, $\dot{Fe}\ddot{S}$. Blafsgrüne, klare Krystalle; verwittert in trockner Luft und wird gelb; in Wasser leicht löslich; die blafsgrüne Auflösung verwandelt sich in der Luft allmählig in braungelbe Oxydul-Oxyd-Lösung, unter Absetzung eines gelben, basischen Salzes. Verliert beim Erhitzen 42 Procent oder 6 Atome Krystallwasser und wird weifs. Verwandelt sich bei stärkerer Hitze in braunrothes Oxydsalz, welches, bei Glühhitze destillirt, in rauchende Schwefelsäure und Eisenoxyd zerlegt wird (vergl. S. 40.). — Entsteht durch Auflösung von Eisen in verdünnter Schwefelsäure. Wird wegen seiner bedeutenden Anwendung, namentlich in der Färberei, zur Dinte etc., im Grofsen gewonnen durch Rösten, Verwittern und Auslaugen der Schwefelkiese.

Schwefelsaures Eisenoxyd, $\ddot{Fe}\ddot{S}^3$. Nicht krystallisirbare, weifse, in Wasser mit rothgelber Farbe lösliche Masse. In concentrirter Schwefelsäure unauflöslich. Wird erhalten

Digitized by Google

durch Sättigung von Eisenoxyd mit Schwefelsäure und Eintrocknen, oder durch Oxydation des Oxydulsalzes. — Das Eisenoxyd bildet mit der Schwefelsäure aufserdem noch mehrere basische Salze. So ist z. B. der Ocher, der sich aus einer Vitriollösung an der Luft absetzt, *fünffach-basisches schwefelsaures Eisenoxyd*, $\dot{Fe}^2\ddot{S}$ oder $\dot{Fe}\ddot{S}^3 + 5\dot{Fe}$.

Schwefelsaures Eisenoxyd-Kali und *-Ammoniak* krystallisiren beide in blafs amethystfarbenen Octaëdern wie Alaun; auch sind sie auf dieselbe Weise wie dieser zusammengesetzt, nur dafs darin das Aluminium durch Eisen vertreten ist.

Salpetersaures Eisenoxyd, $\dot{Fe}\ddot{N}^2$. Rothbraune, nicht krystallisirbare Masse. Eisen wird von concentrirter Salpetersäure mit grofser Heftigkeit angegriffen.

Kieselsaures Eisenoxydul bildet sich, häufig krystallisirt, in der Frischschlacke; macht einen Bestandtheil vieler Mineralien aus. Eben so das *Oxydsalz*.

Kohlensaures Eisenoxydul, $\dot{Fe}\ddot{C}$; natürlich als Spatheisenstein, in Rhomboëdern krystallisirt; gewöhnlich gemengt mit dem gleich krystallisirenden kohlensauren Kalk-, Talkerde- und Manganoxydul-Salz; farblos, häufiger gelb, braun bis schwarz. Findet sich häufig in kohlensäurehaltigen Mineralwassern aufgelöst.

Kohlensaures Eisenoxyd ist nicht in bestimmter Sättigungsstufe bekannt.

Oxalsaures Eisenoxyd, $\dot{Fe}\ddot{C}^3$; gelbes, schwerlösliches Pulver. Giebt bei gelindem Glühen Kohlensäuregas und selbstentzündliches metallisches Eisen.

Das Eisen läfst sich mit den meisten übrigen Metallen zusammenschmelzen, allein keine dieser Legirungen ist von technischer Anwendung. Einige Metalle, namentlich Silber, in höchst geringer Menge dem Stahl beigemischt, scheinen seine Eigenschaften zu verbessern.

2. Mangan.

Vorkommen. Nicht gediegen; fast nur oxydirt; sehr verbreitet.

Digitized by Google

Darstellung. Durch Reduction eines mit Kohlenpulver gemengten Manganoxyds in dem heftigsten Gebläsefeuer.

Eigenschaften. Grauweifses, wenig glänzendes, weiches, sehr sprödes Metall, von 8 spec. Gewicht; höchst strengflüssig. Oxydirt sich schnell in der Luft und in Wasser (unter Wasserstoffgas-Entwickelung), und zerfällt zu einem schwarzgrünen Pulver.

Oxyde. Das Mangan hat 5 Oxydationsstufen: Oxydul, Oxyd, Superoxyd, Mangansäure und Uebermangansäure, in denen sich die Sauerstoffmengen wie 2, 3, 4, 6 und 7 verhalten.

a) *Manganoxydul.* Dunkel graugrünes Pulver; verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu braunem Oxyduloxyd. Wird erhalten durch Glühen von kohlensaurem Manganoxydul in Wasserstoffgas. Ist die Basis der Manganoxydulsalze, aus denen es durch Kali als weifses Hydrat gefällt wird, das sich in Berührung mit der Luft schnell in schwarzbraunes Oxydhydrat verwandelt. Das Manganoxydul besteht aus 1 Atom Mangan und 1 Atom Sauerstoff, Mn.

Die Manganoxydulsalze haben meist eine blafsrosenrothe Farbe; so z. B. das krystallisirte *schwefelsaure Manganoxydul*, erhalten durch Erhitzen von Braunstein mit Schwefelsäure, Auflösen und Krystallisiren; das natürliche, krystallisirte kieselsaure Manganoxydul (Mangankiesel). Die Auflösungen der Manganoxydulsalze geben mit kohlensauren Alkalien einen weifsen, mit Kaliumeisencyanür einen röthlichweifsen, mit Ammonium-Sulfhydrat einen gelblich fleischrothen Niederschlag. Von Schwefelwasserstoffgas werden sie nicht gefällt. Unterchlorigsaure Salze schlagen daraus schwarzbraunes Superoxydhydrat nieder.

b) *Manganoxyd.* Findet sich als Mineral. Schwarz. Schwache Basis; nur in wenigen Säuren ohne Zersetzung löslich. Das Manganoxydhydrat kommt als Mineral in eisengrauen Krystallen vor; giebt ein braunes Pulver. Das Manganoxyd besteht aus 2 At. Mangan und 3 At. Sauerstoff, $\ddot{M}n$.

Manganoxydul-Oxyd, $\dot{M}n\ddot{M}n$; findet sich ebenfalls als Mi-

Digitized by Google

Mineral krystallisirt. Das künstliche ein braunes Pulver. Wird erhalten durch heftiges Glühen des Superoxyds, oder durch Glühen des kohlensauren Oxyduls an der Luft. — Giebt mit Kieselsäure und Glasflüssen amethystfarbene Verbindungen, z. B. Amethyst.

c) ***Mangansuperoxyd***, Graubraunsteinerz, Braunstein. Stahlgraue, glänzende Krystalle oder krystallinische Massen. Besteht aus 1 Atom Mangan und 2 Atomen Sauerstoff, M̈n. Es enthält 36,64 Procent Sauerstoff. Bei gelindem Glühen verliert es 9 Proc. und wird zu Oxyd, bei starkem Glühen 12 Proc. und wird zu Oxyduloxyd, beim Erhitzen mit Schwefelsäure 18 Procent und löst sich als Oxydul auf. — Wird bergmännisch gewonnen und zur Darstellung des Sauerstoffgases, des Chlors, zur Glasfabrication und als Farbe auf Porzellan und Glasuren gebraucht.

d) ***Mangansäure.*** Durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Kalihydrat und feingeriebenem Braunstein entsteht eine schwarze Masse (***mineralisches Chamäleon***), mit der Wasser eine tief grüne Auflösung bildet, welche an der Luft schnell durch Blau, Violett und Purpur in Roth übergeht. Die grüne Auflösung enthält mangansaures Kali, welches in grünen Krystallen, von der Form des schwefelsauren Kali's, erhalten werden kann. Wegen ihrer sehr leichten Zersetzbarkeit konnte die Mangansäure noch nicht für sich dargestellt werden. Sie besteht aus 1 Atom Mangan und 3 Atomen Sauerstoff, M̈n.

e) ***Uebermangansäure.*** Die rothe Auflösung des mineralischen Chamäleons enthält übermangansaures Kali. Es krystallisirt in schwarzrothen Krystallen, von der Form des überchlorsauren Kali's, und löst sich mit tief purpurrother Farbe in Wasser auf. Es entsteht aus dem krystallisirten mangansauren Kali, wenn man dieses in reinem Wasser auflöst, oder wenn man die grüne Auflösung des Chamäleons an der Luft stehen läfst, oder mit einer verdünnten Säure vermischt, wobei sich stets Mangansuperoxyd abscheidet. Am leichtesten bildet es sich, wenn man in einem schmelzenden Gemische von chlorsaurem Kali und

Digitized by Google

Kalihydrat gepulverten Braunstein auflöst, die Masse alsdann mit Wasser behandelt, und das übermangansaure Kali krystallisiren läfst. Die Auflösung der reinen Uebermangansäure in Wasser ist prächtig roth; sie kann nicht concentrirt werden, weil sie sich schon bei gewöhnlicher Temperatur allmählig in Sauerstoffgas und Superoxyd zersetzt. Bei +40° geschieht dies sogleich. Mit organischen Substanzen zersetzt sie sich äufserst leicht, darum kann sie, so wenig wie ihre Salze und die mangansauren Salze, durch Papier filtrirt werden.

Die Uebermangansäure, $=\dot{\dot{M}}\dot{n}$, hat eine ähnliche Zusammensetzung, wie die Ueberchlorsäure; sie besteht aus 2 Atomen Mangan und 7 Atomen Sauerstoff.

Manganchlorür, MnCl. Hell bräunliche, krystallinische, in Glühhitze schmelzbare Masse. Zerfliefslich, in Wasser leicht löslich, woraus es in Verbindung mit Wasser in rosenrothen Krystallen anschiefst. Entsteht durch Auflösung von Braunstein in Salzsäure, unter Chlorentwickelung.

Der Braunstein wird schon seit den ältesten Zeiten zum Entfärben des Glases angewendet. Gahn reducirte daraus zuerst das Metall.

3. Cerium.

Vorkommen. Sehr selten; in wenigen seltenen Mineralien; nur oxydirt, vorzüglich im *Cerit* (kieselsaures Ceroxydul).

Eigenschaften. Graues Metallpulver; verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu Oxyd.

Das Cerium hat ein Oxydul und ein Oxyd, beide Salzbasen. Letzteres ist hell braunroth und löst sich mit Chlor-Entwickelung in Salzsäure auf. Die Ceroxydulsalze schmecken ganz süfs. Alkalien fällen daraus weifses Hydrat, und schwefelsaures Kali ein weifses krystallinisches Doppelsalz.

1803 von Berzelius und Hisinger, und gleichzeitig von Klaproth im Cerit entdeckt.

Digitized by Google

4. Nickel.

Vorkommen. Selten; hauptsächlich in Verbindung mit Arsenik als *Kupfernickel.* In geringer Menge im Meteoreisen und Chrysopras.

Eigenschaften. Zwischen silberweifs und stahlgrau; stark glänzend; von der Härte des Eisens; vollkommen streck- und dehnbar; von 9,0 spec. Gewicht; so strengflüssig wie Stabeisen. Magnetisch.

Oxyde. Das Nickel hat ein dunkel grünlichgraues Oxydul, $=\dot{N}i$, und ein schwarzes Oxyd, $=\ddot{N}i$. Selbst in feuchter Luft bleibt das Metall blank; erhitzt läuft es mit Stahlfarben an. Das Nickeloxydul ist durch Kohle und Wasserstoffgas und durch Glühen seines oxalsauren Salzes äufserst leicht reducirbar; in starker Weifsglühhitze und in offenen Gefäfsen wird es, ohne Zusatz von Kohle, schon durch das Kohlenoxydgas des Ofens reducirt.

In Salpetersäure ist das Nickel leicht auflöslich. Die Nickeloxydulsalze und ihre Auflösungen sind grün. Kaustisches Kali schlägt daraus apfelgrünes Oxydulhydrat, und kohlensaures Kali blafs apfelgrünes basisches kohlensaures Salz nieder. Ammoniak färbt die Auflösungen, ohne Fällung, blau und violett. Bei Säure-Ueberschufs werden die Nickelsalze nicht durch Schwefelwasserstoff gefällt. Schwefelalkalien fällen daraus schwarzes Schwefelnickel. Das Nickel wird aus seinen Auflösungen durch kein anderes Metall reducirt.

Das *Nickeloxydul* wird durch Glühen des Hydrats oder des kohlensauren Oxyduls erhalten. Das *Nickeloxyd* entsteht durch Berührung des kohlensauren Nickeloxyduls mit unterchlorigsaurem Natron. Von Oxalsäure und von Ammoniak wird es aufgelöst, von ersterer unter Entwickelung von Kohlensäure, von letzterem unter Entwickelung von Stickgas. Es verhält sich im Ganzen wie ein Superoxyd.

Schwefelnickel, Ni. Die Vereinigung geschieht unter starker Feuer-Entwickelung. Hell messinggelb, spröde. Findet sich natürlich als *Haarkies.*

Das Nickel wird bis jetzt nur zur Fabrication des Neu-

Digitized by Google

silbers, einer Legirung von Nickel, Kupfer und Zink, gebraucht. Hierzu wird es gewöhnlich in nicht ganz reinem Zustand aus der Kobaltspeise, einem aus Arseniknickel und mehreren anderen Metallen bestehenden Hüttenproduct, gewonnen.

Zur Darstellung von ganz reinem Nickel schmilzt man Arseniknickel (Kobaltspeise) mit dem dreifachen Gewichte Pottasche und Schwefel. Hierdurch entsteht Kalium-Sulfarseniat, welches man in Wasser auflöst, und Schwefelnickel, welches zurückbleibt. Das Schwefelnickel wird in Salpetersäure aufgelöst, wobei der Schwefel zurückbleibt. In der Auflösung ist das Nickel gewöhnlich noch verunreinigt durch Kupfer, Wismuth, Eisen und Kobalt. Durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas werden Kupfer und Wismuth niedergeschlagen. Die davon abfiltrirte und vom überschüssigen Schwefelwasserstoff befreite Auflösung wird durch kohlensaures Kali niedergeschlagen. Der Niederschlag, welcher aus kohlensaurem Nickeloxydul besteht, verunreinigt durch Kobaltoxydul und Eisenoxyd, wird ausgewaschen und mit einem Ueberschusse von aufgelöster Oxalsäure übergossen. Hierdurch bildet sich ungelöst bleibendes oxalsaures Nickeloxydul und Kobaltoxydul, und eine Auflösung von oxalsaurem Eisenoxyd, die man von ersteren abfiltrirt. Das oxalsaure Nickeloxydul, welches jetzt nur noch durch Kobaltoxydul verunreinigt ist, wird in kaustischem Ammoniak aufgelöst, und die blaue Auflösung zur Verdunstung des Ammoniaks an der Luft stehen gelassen. Während dessen schlägt sich das Nickel als blaugrünes, oxalsaures Nickeloxydul-Ammoniak nieder, das oxalsaure Kobaltoxydul aber bleibt mit rosenrother Farbe aufgelöst. Durch Glühen des oxalsauren Nickeloxyduls in einem bedeckten Tiegel erhält man reines metallisches Nickel.

1751 von Cronstedt entdeckt.

5. Kobalt.

Vorkommen. Nicht sehr häufig; hauptsächlich mit Arsenik als *Speiskobalt*, und mit Schwefel und Arsenik als *Glanzkobalt*. Fast steter Begleiter des Nickels.

Digitized by Google

Eigenschaften. Stahlgrau, stark glänzend, hart, spröde, von 8,5 spec. Gewicht; schmilzt ungefähr so schwer wie Roheisen. Magnetisch.

Oxyde. Das Kobalt ist in der Luft unveränderlich. In Salpetersäure oxydirt es sich leicht zu einer rosenrothen Auflösung von salpetersaurem Kobaltoxydul. Kaustisches Kali fällt daraus bei gewöhnlicher Temperatur ein schön *blaues* basisches Salz, welches bald schmutzig violett wird; bei Siedhitze aber entsteht ein *rosenrother* Niederschlag, welcher *Kobaltoxydulhydrat* ist. In Ammoniak ist dieses unlöslich, in Ammoniaksalzen löst es sich mit brauner Farbe. Durch schwaches Glühen bei abgehaltener Luft wird es zu reinem *Kobaltoxydul*, $=\dot{C}o$, welches olivengrün ist und sich an der Luft bräunt. Durch Wasserstoffgas und Kohle leicht reducirbar.

Die Kobaltoxydulsalze sind carmoisinroth, rosenroth und pfirsichblüthfarben. Ammoniak fällt daraus blaues basisches Salz, welches durch Einwirkung der Luft grün wird und sich allmählig auflöst. Bei Gegenwart eines Ammoniaksalzes werden die Kobaltoxydulsalze nicht durch Ammoniak gefällt. Kohlensaure Alkalien bilden einen pfirsichblüthfarbenen, in der Siedhitze aber einen unrein rosenrothen Niederschlag, welcher letztere $2\dot{C}o\ddot{C}\dot{H}+3\dot{C}o\dot{H}$ ist. Schwefelwasserstoffgas fällt sie nicht; Ammonium-Sulfhydrat fällt daraus schwarzes Schwefelkobalt.

Das *Kobaltoxyd,* $\ddot{C}o$, entsteht, als ein schwarzes Hydrat, durch Behandeln des Oxydulhydrats mit unterchlorigsaurem Natron. Bei gelindem Glühen verwandelt es sich in schwarzes $\dot{C}o\,\ddot{C}o$, welche Verbindung auch beim Glühen des Oxydhydrats an der Luft entsteht. Das Kobaltoxyd ist eine nur schwache Basis. Von Salzsäure wird es unter Chlor-Entwickelung aufgelöst. Mit Oxalsäure verwandelt es sich, unter Kohlensäure-Entwickelung, in rosenrothes Oxydulsalz. Das Ammoniak zersetzt es nicht.

Die Kobaltoxyde lösen sich in schmelzendem Glas mit tief blauer Farbe auf. Hierauf gründet sich die Anwendung des Kobalts als blaue Farbe zu Glas, auf Email, Por-

Digitized by Google

zellan und überhaupt Glasuren, und zur Darstellung der Smalte. Die *Smalte* wird auf den Blaufarbewerken bereitet durch Zusammenschmelzen der gerösteten Kobalterze mit Sand und Pottasche, und Pochen und Mahlen des tief blauen Glases. — Das schöne *Leidnerblau* (Thonerde-Kobaltoxydul) wird erhalten durch Fällung eines Gemenges von Alaun- und Kobaltsalz-Lösung mittelst Alkali's, und Glühen des Niederschlages. Das Rinmann'sche *Grün* (Zinkoxyd-Kobaltoxydul) wird auf gleiche Weise, nur mit Anwendung von Zinksalz statt Alaun, dargestellt.

Kobaltchlorür. Blafsroth, mit rosenrother Farbe in Wasser löslich; bildet mit Wasser granatrothe Krystalle. Die salzsäurehaltige Lösung wird beim Erwärmen und Concentriren blau (sympathetische Dinte).

Zur Darstellung von reinem Kobaltmetall aus den Kobalterzen wird dasselbe Verfahren angewendet, wie zur Reinigung des Nickels.

Die Anwendung der Kobalterze zu Smalte war schon im 16ten Jahrhundert bekannt; 1733 stellte Brandt das Metall daraus dar.

6. Kupfer.

Vorkommen. Ziemlich häufig; gediegen; oxydirt; in Verbindung mit Säuren; am häufigsten als Schwefelkupfer, theils für sich, theils in Verbindung mit anderen Schwefelmetallen; eines der häufigsten Kupfererze ist der Kupferkies (Schwefelkupfer mit Schwefeleisen).

Gewinnung aus schwefelkupferhaltigen Erzen. 1) Rösten der Erze; 2) Schmelzen mit quarzhaltigen Zuschlägen, wodurch sich das oxydirte Eisen mit der Kieselerde verschlackt, und ein kupferreicheres Schwefelkupfer, der *Kupferstein*, erhalten wird. 3) Rösten des Kupfersteins und Schmelzen der oxydirten Masse mit Kohle und kieselerdehaltigen Zuschlägen, wodurch das *Schwarzkupfer*, ein mit wenig Schwefel, Eisen und anderen Metallen verunreinigtes Kupfer, erhalten wird. 4) Reinigung (*Gaarmachen*) des Schwarzkupfers durch längeres Schmelzen vor einem Gebläse. Das erstarrende Kupfer wird in Scheiben abgehoben (*Rosette-Kupfer*).

Digitized by Google

Eigenschaften. Hell röthlichbraun, stark glänzend; krystallisirt in Würfeln; sehr geschmeidig, läfst sich zu sehr feinem Draht ausziehen und zu sehr dünnen Blättchen strecken. Spec. Gewicht des geschmolzenen 8,788, des geschmiedeten 8,878. Schmilzt bei anfangender Weifsglühhitze. Bedeckt sich beim Glühen in der Luft mit einer braunen oder schwarzen, in Schuppen abspringenden Rinde von Oxyd (*Kupferhammerschlag*). Bedeckt sich in feuchter Luft mit grünem kohlensauren Oxyd (*Grünspahn*), — Zersetzt nicht das Wasser; löst sich daher nicht in verdünnter Schwefelsäure auf. Leicht auflöslich in Salpetersäure.

Verbindungen des Kupfers.

Oxyde. Das Kupfer hat 2 Oxyde, ein Oxydul und ein Oxyd; für sich bei keiner Temperatur reducirbar, aber sehr leicht durch Kohle und Wasserstoffgas.

a) *Kupferoxydul*, Ċu, kommt in rothen, durchscheinenden Octaëdern als *Rothkupfererz* natürlich vor. Wird erhalten durch Schmelzen von Kupferchlorür mit kohlensaurem Natron; beim Auflösen des gebildeten Kochsalzes in Wasser bleibt das Oxydul als ein schön braunrothes Pulver zurück. Wird durch verdünnte Säuren in metallisches Kupfer und sich auflösendes Oxyd zersetzt. Färbt die Glasflüsse blutroth. Besteht aus 2 Atomen Kupfer und 1 Atom Sauerstoff.

b) *Kupferoxyd*, Ċu. Schwarzes Pulver. Wird erhalten durch Glühen von Kupferdrehspähnen an der Luft, oder durch Auflösen von Kupfer in Salpetersäure und Glühen des Salzes, oder durch Glühen von kohlensaurem Kupferoxyd. — Bildet mit den Säuren die Kupferoxydsalze. Aus seinen Auflösungen wird es durch kaustisches Kali als schön blaues Hydrat gefällt, welches sich aber schon in kochendem Wasser in schwarzes Oxyd verwandelt. Dieses Hydrat wird als blaue Farbe gebraucht. — Das Kupferoxyd färbt die Glasflüsse grün.

Schwefelkupfer. Ċu oder das dem Oxydul entsprechende findet sich natürlich und krystallisirt als *Kupferglanz*; entsteht durch Zusammenschmelzen von Kupfer mit

Digitized by Google

Schwefel unter Feuererscheinung. Dunkel bleigrau, weich, leicht schmelzbar. Bildet in Verbindung mit Schwefeleisen den *Kupferkies*.

Phosphorkupfer. Grauweifs, metallisch, spröde, sehr hart. Kann durch unmittelbare Vereinigung, oder durch Schmelzen von Kupfer mit Knochenpulver, Sand und Kohle erhalten werden.

Salze.

Die Kupferoxydsalze sind blau oder grün, schmecken sehr unangenehm metallisch. Aus ihren Auflösungen schlagen Eisen und Zink metallisches Kupfer nieder. Sie werden gefällt: durch Cyaneisenkalium braunroth, durch Schwefelwasserstoffgas schwarz, und mit überschüssigem Ammoniak bilden sie eine prächtig tief blaue Auflösung. — Auch das Oxydul bildet Salze; nur wenige sind bekannt; sie verwandeln sich leicht in basische Oxydsalze. Alkalien scheiden daraus gelbes Oxydulhydrat ab.

Chlorkupfer. Ein zum Glühen erhitzter dicker Kupferdraht fährt in Chlorgas zu glühen fort, indem er sich in herabschmelzendes Chlorür verwandelt. Das Chlorür, $\dot{C}u\ddot{C}l$, ist nach dem Schmelzen eine braune, krystallinische Masse; wird in der Luft grün. Aus seiner farblosen Auflösung in wäfsriger Salzsäure schlägt kaustisches Kali schön gelbes Oxydulhydrat nieder. — Das Chlorid, $\dot{C}u\ddot{C}l$, entsteht durch Auflösen von Kupferoxyd in Salzsäure. Die grüne Auflösung giebt beim Verdunsten gelbes Chlorid, welches sich in der Hitze in Chlorür und Chlorgas zersetzt.

Cyankupfer. Blausäure entwickelt mit dem Kupferoxydhydrat und kohlensauren Kupferoxyd Cyangas, und bildet damit ein hellgrünes krystallinisches Cyanür-Cyanid. Blausäure, zu einem Kupferoxydsalz gemischt, dem zuvor schwefligе Säure zugesetzt ist, fällt daraus weifses Cyanür, $\dot{C}u\ddot{C}y$, in dicken, käseähnlichen Flocken. Bildet mit den Cyanalkalien farblose, krystallisirende Doppelcyanüre.

Schwefelsaures Kupferoxyd, Kupfervitriol, Cyprischer oder blauer Vitriol, $\dot{C}u\ddot{S}$. Grofse, blaue, durchsichtige Krystalle, oberflächlich verwitternd, in 4 Th. kalten, 2 Th.

Digitized by Google

heifsen Wassers löslich. Enthält 36 Proc. oder 5 Atome Krystallwasser, nach dessen Verlust es weifs wird. Das wasserfreie Salz besteht aus gleichen Theilen Kupferoxyd und Schwefelsäure. — Entsteht durch Auflösen von Kupfer in heifser Schwefelsäure. Wird im Grofsen gewonnen durch Rösten von Schwefelkupfer und Auslaugen, oder durch Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Kupferblech bei Zutritt der Luft. — Wird hauptsächlich in der Färberei und zur Darstellung grüner und blauer Malerfarben gebraucht. — Das käufliche ist stets eisenhaltig.

Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak, basisches, bildet tief blaue Krystalle. Entsteht durch Auflösen des vorigen in Ammoniak und Zumischung von Weingeist.

Schwefligsaures Kupferoxydul, $\dot{C}u\ddot{S}$, schlägt sich als ein rothes krystallinisches Pulver nieder, wenn man aufgelösten Kupfervitriol mit schwefligsaurem Kali kocht.

Salpetersaures Kupferoxyd, $\dot{C}u\ddot{N}$. Blaue, zerfliefsliche Krystalle.

Phosphorsaures Kupferoxyd, basisches, kommt als Mineral in dunkelgrünen Krystallen vor. — *Phosphorsaures Uranoxyd-Kupferoxyd* bildet den schön grünen *Uranglimmer*. Der *gelbe Uranglimmer* enthält statt Kupferoxyd Kalkerde.

Kieselsaures Kupferoxyd bildet, in durchsichtigen grünen Krystallen, ein seltenes Mineral, den *Dioptas*, $= \dot{C}u^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$.

Kohlensaures Kupferoxyd. Bei Fällung einer heifsen Kupferoxydlösung mit kohlensaurem Kali entsteht ein grüner Niederschlag: basisches kohlensaures Kupferoxyd $\dot{C}u^2\ddot{C} + \dot{H}$, als Malerfarbe bekannt unter dem Namen *Mineralgrün*. Findet sich häufig natürlich als *Malachit*. Wird durch Kochen mit Wasser, unter Verlust seines Wassergehalts, schwarzbraun. — Die *Kupferlasur*, ein in tief blauen Krystallen vorkommendes Mineral, ist eine Verbindung von neutralem kohlensauren Kupferoxyd mit Kupferoxydhydrat, $\dot{C}u\dot{H} + 2\dot{C}u\ddot{C}$. Als Malerfarbe *Mineralblau* genannt.

Die Kupfersalze sind giftig, daher die Schädlichkeit

Digitized by Google

aller in unverzinnten kupfernen Gefäfsen zubereiteten, besonders sauren und fetten Speisen. Das beste Gegenmittel bei solchen Vergiftungen ist der Zucker.

Das Kupfer bildet mit mehreren anderen Metallen durch ihre Anwendung sehr wichtige Legirungen, namentlich mit Gold, Silber, Zinn und Zink.

7. Uran.

Vorkommen. Nur sparsam; stets oxydirt, besonders als Oxydul (Pechblende).

Eigenschaften. Braunes oder schwarzes, krystallinisches Pulver; verbrennt beim Erhitzen zu Oxydul. Wird erhalten durch Glühen von Oxydul oder von Chloruran-Kalium in Wasserstoffgas.

Oxyde: ein Oxydul und ein Oxyd. Das *Oxydul* kommt, wiewohl unrein, als *Pechblende,* in Gestalt derber, schwerer, schwarzer Massen vor. Das künstlich dargestellte ist schwarzgrün oder schwarz. Das *Uranoxyd* ist gelb. Beide Oxyde sind Salzbasen. Die Oxydulsalze sind grün, die Oxydsalze gelb. Alkalien bewirken in letzteren einen gelnen Niederschlag, der nicht reines Oxydhydrat ist, sondern stets Alkali chemisch gebunden enthält, weil das Oxyd zugleich eine schwache Säure ist. Der mit Ammoniak erhaltene schön gelbe Niederschlag giebt beim Erhitzen Wasser, Ammoniak und Sauerstoff, und wird zu dunkelgrünem Oxydul. Er ist in kohlensaurem Ammoniak auflöslich, welcher Umstand bei der Reinigung des Urans von fremden Beimengungen benutzt wird. — Cyaneisenkalium schlägt die Uranoxydsalze mit schön braunrother Farbe nieder.

Das Uranoxydul enthält nur 3,5 Proc. Sauerstoff, oder auf 1 At. Uran 1 At. Sauerstoff, $=\dot{U}$. Im Oxyd nimmt das Metall $1\frac{1}{2}$mal so viel auf, d. h. es enthält auf 2 At. Uran 3 At. Sauerstoff, $=\ddot{U}$. Das Uranoxydul wird als schwarze Farbe auf Porzellan gebraucht.

1789 von Klaproth entdeckt.

Digitized by Google

8. Wismuth.

Vorkommen. Nicht häufig; meist gediegen; aufserdem als Schwefelwismuth.

Darstellung im Grofsen. Durch Ausschmelzen (Aussaigern) des gediegenen Wismuths bei gelinder Hitze aus der Gangart.

Eigenschaften. Weifs, in's Röthliche; von blättrig-krystallinischem Gefüge; leicht in Würfeln krystallisirend, wenig hart; spröde; 9,8 spec. Gewicht; sehr leicht flüssig, schon bei 249°; in Weifsglühhitze flüchtig.

Wismuthoxyd, $\dot{Bi}$. Entsteht durch gelindes Schmelzen des Metalles an der Luft. Gelbes Pulver, zu einer gelben, schweren Masse schmelzbar. Durch Kohle leicht reducirbar. Salzbasis; bildet sich bei Auflösung des Metalles in Salpetersäure.

Wismuthsesquioxyd, $\ddot{Bi}$. Schwarzbraunes Pulver. Bildet sich durch Kochen des Oxyds mit einem unterchlorigsauren Salze.

Die Wismuthsalze sind farblos, und die meisten werden durch Wasser in pulverförmig niederfallendes, unlösliches basisches Salz und aufgelöst bleibendes saures zersetzt; so das salpetersaure, dessen Auflösung beim Eingiefsen in Wasser ein blendend weifses Pulver fallen läfst. $\dot{Bi}\ddot{N}+3\dot{Bi}$. Durch Zink wird das Wismuth metallisch niedergeschlagen; durch Schwefelwasserstoff als schwarzbraunes Schwefelwismuth; durch kaustische Alkalien als weifses Hydrat.

Das Wismuth wird zum Löthen und zur Darstellung leichtflüssiger Metallgemische gebraucht (siehe *Zinn*).

9. Blei.

Vorkommen. Am häufigsten als Schwefelblei (Bleiglanz); aufserdem als Oxyd in Verbindung mit vielen Säuren.

Gewinnung aus Bleiglanz. 1) Rösten des Bleiglanzes und Schmelzen des oxydirten Erzes mit Kohle und Kalkzuschlag, beides in einem und demselben Flammofen; oder Schmelzen des gerösteten Erzes in Schachtöfen. Die Producte sind: reducirtes Blei (*Werkblei*), Schlacke und ge-

Digitized by Google

schmolzenes Schwefelblei (*Bleistein*), welches letztere von Neuem geröstet und geschmolzen wird. 2) Ungerösteter Bleiglanz wird in Schachtöfen mit Eisen geschmolzen, wodurch Blei, Schwefeleisen und Schlacke entstehen.

Gold- und silberhaltiges Werkblei wird auf *Treibheerden* oxydirt, wobei Gold und Silber zurückbleiben. Das abgeflossene Bleioxyd (*Bleiglätte*) wird durch Schmelzen mit Kohle wieder reducirt (das *Glättefrischen*).

Eigenschaften. Blaugrau, stark glänzend, sehr weich, schreibend; läfst sich in dünne Blätter auswalzen, aber nicht zu sehr feinem Draht ausziehen; spec. Gewicht 11,4. Schmilzt bei 322°; kocht in der Weifsglühhitze.

Oxyde. Das Blei hat 3 Oxyde, 1 basisches, 1 Sesquioxyd und 1 Superoxyd. — In der Luft läuft blankes Blei bald an. Beim Schmelzen bedeckt es sich mit einer grauen Haut und verwandelt sich allmählig in ein gelblichgraues Pulver, *Bleiasche*, ein Gemenge von Blei und Oxyd, welches beim längeren Erhitzen vollständig zu gelbem Oxyd wird. Das Blei zersetzt nicht das Wasser, oxydirt sich aber darin bei gleichzeitiger Einwirkung der Luft, und löst sich selbst in geringer Menge in reinem Wasser auf. In Salpetersäure ist es leicht löslich, in Schwefelsäure unauflöslich. Die Bleioxyde sind durch Kohle und Wasserstoffgas sehr leicht reducirbar.

a) *Bleioxyd*, Pb. Gelbes Pulver; in Rothglühhitze schmelzbar und zu einer gelben, blättrigen, schweren Masse erstarrend. Wird in diesem Zustand, aber mit Kieselerde, Kupferoxyd etc. verunreinigt, im Grofsen als *Bleiglätte* erhalten; im pulverförmigen Zustand als *Massicot*, durch gelindes Schmelzen von Blei an der Luft; ferner durch Auflösen von Blei in Salpetersäure und gelindes Glühen des krystallisirten Salzes.

Das Bleioxyd schmilzt mit Kieselsäure zu einem durchsichtigen, gelben Glase von 8 spec. Gewicht zusammen (*Bleiglas*). Es wird in grofser Menge vom Glase aufgelöst. Das farblose bleihaltige Glas (*Flintglas*) ist schwerer, klarer und leichter schmelzbar, als gewöhnliches Glas. Kieselsaures Bleioxyd-Alkali macht aufserdem einen Hauptbestandtheil der Glasur für Töpferwaaren und Fayence aus.

Digitized by Google

b) ***Sesquioxyd***, P̈b. Röthlichgelbes Pulver. Verbindet sich nicht mit Säuren, sondern zerfällt, in Berührung damit, in sich auflösendes Oxyd und in zurückbleibendes Superoxyd. Bildet sich beim Vermischen einer kalten Auflösung von Bleioxyd in Kali mit unterchlorigsaurem Natron.

Mennige, Ṗb + P̈b, eine Verbindung der beiden vorhergehenden Oxydationsstufen. Lebhaft rothes, schweres Pulver. Wird im Grofsen erhalten durch längeres gelindes Glühen von geschlämmtem Bleioxyd an der Luft. — Zersetzt sich in starker Glühhitze, wie das Sesquioxyd, in Oxyd und Sauerstoffgas; durch Salpetersäure in salpetersaures Oxyd und braunes Superoxyd. Wird als Farbe gebraucht.

c) ***Superoxyd***, P̈b. Dunkelbraunes Pulver. Wird durch Einwirkung von Salpetersäure auf Mennige erhalten. Zersetzt sich im Glühen wie die Mennige; entzündet beim Zusammenreiben Schwefel; wird in schwefligsaurem Gas glühend, und verwandelt sich in weifses, schwefelsaures Oxyd; giebt mit Salzsäure Chlorblei, Wasser und Chlorgas.

Schwefelblei, Ṗb. Natürlich als ***Bleiglanz***; dunkelbleigrau, stark glänzend; krystallisirt in Würfeln, nach den Würfelflächen spaltbar; von 7,585 spec. Gewicht. Viel schwerflüssiger als Blei. Leicht künstlich zu bilden; aus Auflösungen durch Schwefelwasserstoff als schwarzer Niederschlag. Verwandelt sich mit concentrirter Salpetersäure in schwefelsaures Bleioxyd.

Salze.

Farblos; die auflöslichen schmecken süfs zusammenziehend; werden gefällt: durch Schwefelsäure und schwefelsaure Salze weifs, durch kohlensaure Alkalien weifs, durch Jodkalium gelb, durch Schwefelwasserstoff braunschwarz, durch Zink metallisch in glänzenden Blättern (Bleibaum).

Chlorblei, Ṗb Cl. Krystallisirt in weifsen, glänzenden Nadeln, schmilzt leicht zu einer weifsen, durchscheinenden Masse. In Wasser sehr schwerlöslich. Bildet sich als dicker, krystallinischer Niederschlag bei Vermischung eines aufgelösten Bleisalzes mit Salzsäure oder Kochsalzlösung.

Bleioxyd-Chlorblei bildet eine geschmolzene, schwere,

Digitized by Google

krystallinische Masse von gelber Farbe; als Farbe bekannt unter dem Namen *Cafsler* oder *Mineral-Gelb*. Wird erhalten durch Glühen von 1 Salmiak mit 4 Mennige.

Bromblei, Pb Br; — wie Chlorblei.

Jodblei, Pb I. Schön gelbes, in kaltem Wasser schwerlösliches Pulver. Krystallisirt aus der kochendheifs gemachten Lösung in goldgelben, glänzenden Schuppen.

Fluorblei, Pb F. Weifses, leicht schmelzbares Pulver.

Cyanblei, Pb Cy. Weifses Pulver.

Schwefelsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\ddot{S}$. Als Mineral in farblosen Krystallen (Bleivitriol); das künstlich dargestellte ein weifses, unlösliches Pulver. Wird in grofser Menge als Nebenproduct bei Bereitung der essigsauren Thonerde erhalten. Als Malerfarbe untauglich.

Unterschwefelsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\ddot{S}$. Leicht löslich und krystallisirbar.

Salpetersaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\ddot{N}$. Farblose, octaëdrische Krystalle, ohne Wasser; in Wasser löslich, in Salpetersäure unlöslich. Die Säure giebt aufserdem mit Bleioxyd mehrere basische Salze.

Phosphorsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}^3\ddot{P}$. Weifs, unlöslich, schmelzbar. *Grün-* und *Braun-Bleierz* sind krystallisirte Verbindungen von basischem phosphorsauren (oder arseniksaurem) Bleioxyd mit Chlorblei, $= Pb\,Cl + 3\dot{Pb}^3\ddot{P}$.

Kieselsaures und *borsaures Bleioxyd*, — im geschmolzenen Zustande schwere, gelbe, durchsichtige Gläser.

Kohlensaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\ddot{C}$. Kommt natürlich und krystallisirt vor als *Weifsbleierz*. Das künstlich dargestellte ist ein schweres, weifses, in Wasser unlösliches Pulver; als allgemein angewandte weifse Farbe, unter dem Namen *Bleiweifs* (Schieferweifs, Cremserweifs), bekannt. Wird im Grofsen gewonnen: *a*) indem man aufgerollte Bleiplatten in bedeckten Töpfen der Einwirkung von Essigdämpfen aussetzt; *b*) indem man durch eine Auflösung von basischem essigsauren Bleioxyd Kohlensäuregas leitet. — Das gewöhnliche käufliche Bleiweifs ist meist mit Schwerspath oder Kreide versetzt.

Digitized by Google

Oxalsaures Bleioxyd, $\dot{Pb}\ddot{C}$; unauflösliches weifses Pulver.

Aufser seiner ausgebreiteten Anwendung im metallischen, oxydirten und salzartigen Zustand, bildet das Blei auch mit mehreren andern Metallen nutzbare Legirungen.

Die Blei-Verbindungen, besonders die auflöslichen, sind giftig und verursachen eine eigene Krankheit, die Bleikolik, der besonders Farbenreiber und Arbeiter in den Bleiweifs- und Bleizucker-Fabriken unterworfen sind.

10. Zinn.

Vorkommen. Hauptsächlich als Oxyd (Zinnstein).

Gewinnung im Grofsen. Der zerkleinerte, durch Rösten und Waschen von fremdem Gestein und Erzen befreite Zinnstein wird in Schacht- oder Flammöfen mit Kohle und Zuschlägen geschmolzen, und das erhaltene Zinn durch aussaigerndes Umschmelzen bei gelinder Hitze gereinigt. — Das *Malacca-Zinn* und *englische Korn-Zinn* das reinste; folgt das *englische Blockzinn* und *sächsische* und *böhmische Bergzinn*. Die Verunreinigungen bestehen in Arsenik, Blei, Kupfer etc.

Eigenschaften. Fast silberweifs, stark glänzend; krystallisirbar; weicher als Gold, härter als Blei; knistert beim Biegen; läfst sich in dünne Platten ausbreiten (*Stanniol*). Spec. Gewicht 7,29. Schmilzt bei 228°.

Oxyde. Das Zinn hat 3 Oxydationsstufen. Es hält sich gut in der Luft. An der Luft geschmolzen, bedeckt es sich mit einem weifsen Pulver, *Zinnasche* (unreines Oxyd). In der Weifsglühhitze verbrennt es mit blendend weifsem Licht. Es zersetzt in der Hitze und bei Gegenwart von Säuren das Wasser, wird also von Salzsäure und Schwefelsäure unter Wasserstoffgas-Entwickelung aufgelöst.

a) *Zinnoxydul*, $\dot{Sn}$. Grauschwarzes, schweres Pulver; ist leicht entzündlich und verbrennt zu weifsem Oxyd, ist eine Salzbasis, und bildet sich bei Auflösung des Zinns in Schwefelsäure.

b) Die zweite Oxydationsstufe enthält 1½ mal so viel Sauerstoff, $=\ddot{Sn}$. Bildet sich und fällt als schleimige weifse

Digitized by Google

Masse nieder, wenn Zinnchlorür mit Eisenoxydhydrat digerirt wird.

c) *Zinnoxyd*, Ṡn. Natürlich und krystallisirt als *Zinnstein*; in diesem Zustande bräunlichgelb, braun bis fast schwarz, mit glänzenden Flächen, sehr hart und von 6,9 spec. Gewicht; das künstlich dargestellte ist ein weifses oder gelbes, schweres, unschmelzbares Pulver. Das natürliche und das geglühte Zinnoxyd ist in Säuren unauflöslich. Durch Kohle nur in starker Glühhitze reducirbar. Das Zinnoxyd ist zugleich Salzbasis und schwache Säure. Man erhält es durch Oxydation von Zinn an der Luft oder durch Salpetersäure. Durch letztere wird es mit Heftigkeit in weifses Oxydhydrat verwandelt. Als solches in Chlorwasserstoffsäure und Alkalien auflöslich.

Das Zinnoxyd wird, als Zinnasche, zur Bereitung des weifsen Emails und zum Poliren beim Steinschleifen gebraucht.

Schwefelzinn. Schmelzendes Zinn vereinigt sich unter Erglühen mit Schwefel. Bleigraue, blättrige, krystallinische, spröde Masse, $=Sn+S$. — Durch Aufnahme von noch einmal so viel Schwefel entsteht ein aus goldfarbenen, talkartigen Schuppen bestehendes Schwefelzinn, das *Musivgold*, $=Sn+2S$, bekannt durch seine Anwendung zum Bronziren. Man erhält es durch längeres, kaum bis zum Glühen reichendes Erhitzen eines Gemenges von gleichen Theilen sehr fein vertheilten Zinns, Schwefels und Salmiaks. — Im Glühen verliert das Musivgold die Hälfte seines Schwefels.

Salze.

Aus den Zinnsalzen wird das Zinn durch Zink metallisch gefällt. Aus den Oxydulsalzen schlägt Schwefelwasserstoff schwarzbraunes, aus den Oxydsalzen schmutziggelbes Schwefelzinn nieder. Kaustisches Kali fällt aus den Oxydul- und aus den Oxydsalzen weifses Oxydul- oder Oxydhydrat, beide löslich in überschüssigem Kali. In Ammoniak ist das Oxydulhydrat unlöslich, das Oxydhydrat löslich. Kohlensaure Alkalien fällen aus beiden Arten der Zinnsalze blofses Hydrat.

Chlor-

Digitized by Google

Chlorzinn. Dünn gewalztes Zinn entzündet sich von selbst im Chlorgas und verbrennt zu *Chlorid*, $=SnCl^2$. Farblose, dünne, flüchtige, stark rauchende Flüssigkeit. Verbindet sich mit $\frac{1}{4}$ seines Gewichts Wasser zu einer krystallinischen, schmelzbaren Masse. Das *Chlorür*, SnCl, ist fest, grau, durchscheinend, schmelzbar. Entsteht durch Erhitzen von Zinn in Chlorwasserstoffgas. Krystallisirt mit Wasser in grofsen, klaren Krystallen, *Zinnsalz*: wird in diesem Zustand in der Färberei gebraucht und im Grofsen durch Auflösen von Zinn in Salzsäure erhalten. Reducirt viele Oxyde zu niedrigeren Oxydationsstufen oder selbst zu Metall.

Zinnlegirungen. *Kupfer* und Zinn bilden, in mehrfachen Verhältnissen zusammengeschmolzen, das *Stückgut* (=10K.:1Z.), das *Glockenmetall* (=5K:1Zn) und ähnliche gelbe Gemische. — 3 Wismuth, 2 Blei und 1 Zinn bilden das leichtflüssige Metallgemisch, schon in kochendem Wasser schmelzend. — *Blei* und Zinn schmelzen in allen Verhältnissen zusammen. Alles zu Gefäfsen verarbeitete Zinn enthält Blei, wodurch es härter und zäher wird. 5 Zinn auf 1 Blei ist das gewöhnliche, vorgeschriebene Verhältnifs (*dreistempliges Zinn*). Selbst bei gröfserem Bleigehalt löst Essig kein Blei daraus auf. Gleiche Theile Blei und Zinn bilden das *Schnellloth*. — Mit *Quecksilber* amalgamirt sich das Zinn leicht; ein solches Amalgam ist die Spiegelbelegung, wozu der Stanniol angewendet wird.

Wegen seiner Unschädlichkeit und schwierigen Oxydirbarkeit dient das Zinn ferner zum Verzinnen des Kupfers und Eisenblechs. Die krystallinischen Zeichnungen (Moiré metallique) auf letzterem werden durch abwechselndes, mehrmals wiederholtes Eintauchen des verzinnten Blechs in Königswasser, Abwaschen, Eintauchen in Kalilauge, hervorgebracht.

11. Zink.

Vorkommen. Als kieselsaures und kohlensaures Zinkoxyd (Galmei); als Schwefelzink (Blende).

Gewinnung im Grofsen. Durch Destillation des gerösteten, mit Kohlenpulver gemengten Galmei's oder der

Digitized by Google

gerösteten Blende in thönernen, als Retorten dienenden Gefäfsen (Muffeln und Röhren).

Eigenschaften. Blaulichweifs, stark glänzend, von grofsblättrigem Gefüge; unter starken Hammerschlägen zerspringend; bei vorsichtigem Druck und 100° warm, völlig geschmeidig, in Blech auswalzbar und zu Draht ziehbar. Spec. Gewicht 6,8. Schmilzt bei 360°, kocht in der Weifsglühhitze, läfst sich also destilliren.

Zinkoxyd, Zn. Es ist die einzige Oxydationsstufe des Zinks. Weifses, bei jedesmaligem Erhitzen vorübergehend gelb werdendes Pulver. Das blanke Zink wird in der Luft grau; eben so bei gelindem Schmelzen. In der Glühhitze oder bei Gegenwart von Säuren zersetzt es mit grofser Leichtigkeit das Wasser, unter Bildung von Oxyd, ist daher in den meisten Säuren löslich. Bis zum Sieden an der Luft erhitzt, entzündet sich das Zink und verbrennt mit blendend weifser Flamme zu weifsem, flockigem Oxyd (Zinkblumen). Das Oxyd ist nicht durch Wasserstoffgas reducirbar.

Schwefelzink, Zn. Findet sich natürlich als *Blende*, in glänzenden, durchsichtigen, gelben, rothen, braunen bis schwarzen Krystallen. Läfst sich nicht künstlich unmittelbar aus seinen Bestandtheilen zusammensetzen. Durch Reduction des schwefelsauren Salzes erhalten, bildet es ein blafsgelbes Pulver. Sehr schwer schmelzbar und oxydirbar.

Salze.

Farblos; schmecken widrig metallisch und sind brechenerregend. Alkalien fällen daraus weifses Zinkoxydhydrat, auflöslich in überschüssigem Alkali; die mit den stärkeren Säuren werden durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt, aber Ammonium-Sulfhydrat fällt daraus weifses Schwefelzink. Aus seinen Auflösungen wird das Zink durch kein anderes Metall reducirt.

Chlorzink, Zn Cl. Zinkspähne, in Chlorgas erhitzt, verbrennen darin unter Funkensprühen. Das Chlorzink ist grau, durchscheinend, schmelzbar, flüchtig, in der Luft zerfliefslich. Bildet sich am leichtesten durch Auflösen von Zink in Salzsäure.

Digitized by Google

Cyanzink, Zn Cy. Weifses unlösliches Pulver. Wird erhalten durch Fällung von essigsaurem Zinkoxyd mit freier Cyanwasserstoffsäure.

Schwefelsaures Zinkoxyd, Zinkvitriol, weifser Vitriol, $\dot{Zn}\ddot{S}$. Grofse, durchsichtige, in Wasser leichtlösliche Krystalle; schmelzen beim Erwärmen und verlieren 44 Proc. oder 7 Atome Krystallwasser. Entsteht bei Auflösung von Zink in verdünnter Schwefelsäure. Wird im Grofsen gewonnen durch Rösten und Auslaugen blendehaltiger Erze, ist aber dann stets sehr unrein.

Kieselsaures Zinkoxyd bildet ein krystallisirtes Mineral, das *Zinkglas*. Macht einen häufigen Bestandtheil des Galmei's aus.

Kohlensaures Zinkoxyd, $\dot{Zn}\ddot{C}$, natürlich als *Zinkspath* und *Galmei*. Das durch Fällung eines Zinksalzes mit kohlensaurem Alkali erhaltene weifse, pulverförmige, kohlensaure Zinkoxyd ist eine Verbindung von neutralem kohlensauren Zinkoxyd mit Zinkoxydhydrat $=2\dot{Zn}\ddot{C}+3\dot{Zn}\dot{H}$.

Zinklegirungen. 5 *Nickel*, 5 Zink und 15 *Kupfer* zusammengeschmolzen bilden das *Neusilber* (Argentan, Packfong). *Kupfer* und Zink bilden das *Messing*, den Tomback und andere goldgelbe Gemische. Das Messing wird theils durch unmittelbare Zusammenschmelzung, theils durch Schmelzen von Kupfer mit Galmei und Kohle erhalten. Enthält $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Zink. *Blei* und *Zinn* werden durch Zink härter.

12. Kadmium.

Vorkommen. Bis jetzt nur als Einmengung in den Zinkerzen. Wird in geringer Menge als Nebenproduct bei der Zinkgewinnung erhalten.

Eigenschaften. Dem Zink höchst ähnlich, jedoch weicher und auch in der Kälte vollkommen geschmeidig; spec. Gewicht 8,6. Leicht schmelzbar und flüchtiger als Zink. Verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu dunkelbraunem Oxyd.

Aus den Kadmiumoxydsalzen schlägt Zink das Kadmium metallisch nieder; Alkalien fällen daraus weifses

Digitized by Google

Oxydhydrat, und Schwefelwasserstoff pomeranzengelbes Schwefelkadmium. Letzteres ist die ausgezeichnetste Kadmium-Verbindung, die auch als schöne und haltbare Malerfarbe anwendbar ist. — In Zinkerzen und metallischem Zink ist die Anwesenheit des Kadmiums durch diesen gelben Niederschlag leicht zu entdecken.

1818 gleichzeitig von Stromeyer und Hermann entdeckt.

13. Quecksilber.

Vorkommen. Gediegen und als Schwefelquecksilber (Zinnober); sehr selten als Chlorür.

Gewinnung im Grofsen. Durch Destillation der Quecksilbererze mit Kalk oder Hammerschlag in eisernen Retorten; oder durch Destillation der Erze in eigenen Oefen in unmittelbarer Berührung mit dem Flammenfeuer. — Reines Quecksilber erhält man nur durch Destillation von Zinnober mit $\frac{1}{2}$ Eisenfeilspähnen.

Eigenschaften. Silberweifs, flüssig; erstarrt erst bei —39° zu einer geschmeidigen, zinnweifsen Masse. Spec. Gewicht 13,5. Verdunstet schon bei gewöhnlicher Temperatur und mit Wasserdämpfen, siedet bei 360°, und verwandelt sich in farbloses Gas. Wird durch starkes Schütteln mit Wasser oder Reiben mit Fett in ein graues Pulver verwandelt (höchst fein vertheiltes metallisches Q.). Durch Blei und Wismuth verunreinigtes Quecksilber bildet beim Schütteln mit Luft auf seiner Oberfläche eine graue Haut.

Die Verbindungen des Quecksilbers werden in der Hitze alle entweder zersetzt oder verflüchtigt, und geben alle beim Destilliren mit kohlensaurem Natron metallisches Quecksilber.

Oxyde. Das Quecksilber hat ein Oxydul und ein Oxyd, beide durch blofses Erhitzen in Metall und Sauerstoffgas zerlegbar. Lange Zeit bis zum Sieden an der Luft erhitzt, bedeckt sich das Quecksilber mit rothen Schuppen von Oxyd. Das Quecksilber ist auflöslich in Salpetersäure und heifser Schwefelsäure.

Digitized by Google

a) ***Oxydul,*** Hg. Schwarzes Pulver. Bildet sich bei Auflösung des Metalles in kalter Salpetersäure.

b) ***Oxyd,*** Hg. Rothes, krystallinisches Pulver, von 11 spec. Gewicht. Wird beim Erhitzen vorübergehend schwarz. Höchst giftig. Wird im Grofsen bereitet durch vorsichtiges Erhitzen des salpetersauren Salzes.

Schwefelquecksilber, Zinnober, Hg. Findet sich als Mineral in durchsichtigen, rothen Krystallen. Der durch Sublimation dargestellte erscheint in faserig-krystallinischen, cochenillerothen Massen, von 8 spec. Gewicht und scharlachrothem Pulver. Verbrennt, in der Luft erhitzt, mit blauer Flamme. — Darstellung: durch Zusammenschmelzen von 1 Schwefel mit 6 Quecksilber und Sublimiren der schwarzrothen Masse; durch inniges Zusammenreiben von Quecksilber mit Schwefel (Aethiops mineralis); oder, auf nassem Wege, durch Zusammenreiben von 300 Quecksilber mit 114 Schwefel, und zehnstündiges Erhitzen des innigen Gemenges mit 500 kaustischer Kalilauge (worin 75 festes Kalihydrat) bei nie mehr als +50°.

Salze.

Die ***Oxydulsalze*** sind farblos. Schweflige und phosphorige Säure, Zinnchlorür und Kupfer, fällen aus den auflöslichen metallisches Quecksilber; kaustisches Kali schwarzes Oxydul; Schwefelwasserstoff schwarzes Schwefelmetall; Chlorwasserstoffsäure weifses Chlorür. Die neutralen ***Oxydsalze*** sind farblos, die basischen gelb; sie schmecken unangenehm metallisch und sind scharfe Gifte. Kupfer fällt daraus metallisches Quecksilber; kaustisches Kali rothgelbes Oxyd; Jodkalium scharlachrothes Jodid; Schwefelwasserstoff, in unzureichender Menge zugesetzt, weifses schwefelbasisches Salz, im Ueberschufs zugesetzt schwarzbraunes Schwefelmetall. — Ammoniak schlägt aus den Quecksilbersalzen meist basische Doppelsalze nieder; die von den Oxydulsalzen sind schwarz, die von den Oxydsalzen weifs.

Chlorquecksilber. *a*) ***Chlorür*** (Calomel, Mercurius dulcis), Hg Cl. Quecksilber absorbirt das Chlorgas; bis zum Kochen erhitzt, entzündet es sich darin. Das sublimirte

Digitized by Google

Chlorür ist eine weiſse, sehr krystallinische, durchscheinende, schwere Masse; geschmacklos, in Wasser unlöslich; in der Hitze, ohne zu schmelzen, flüchtig. Giebt beim Zerreiben ein blaſsgelbes Pulver. Zerfällt beim Kochen mit Salzsäure in Chlorid und Metall. Wird bereitet durch Sublimation eines innigen Gemenges von Chlorid und Quecksilber. Durch Fällung von salpetersaurem Oxydul mit Kochsalzlösung dargestellt, ist es ein weiſses, schweres Pulver. — *b*) *Chlorid* (Aetz- oder Quecksilber-Sublimat), $HgCl$. Krystallisirt aus seiner wäſsrigen Lösung in langen, weiſsen Krystallen; das sublimirte bildet weiſse, durchscheinende, schwere Massen. Schmilzt beim Erhitzen, kocht und sublimirt sich. In 18 Th. kalten und 12 Th. kochenden Wassers löslich. Aus der Auflösung schlägt kaustisches Kali gelbrothes Oxyd, und Ammoniak eine weiſse, unlösliche Verbindung, den sogenannten *weiſsen Praecipitat*, nieder, der aus $HgCl + HgNH^2$ besteht. — Darstellung: durch Sublimation von schwefelsaurem Quecksilberoxyd mit Kochsalz. Bildet mit vielen anderen Chlormetallen Doppelchlorüre. — Höchst giftig; Eiweiſs das beste Gegenmittel.

Jodquecksilber. Die Vereinigung geht durch bloſses Zusammenreiben vor sich. Das *Jodür*, HgI, ist dunkelgrün, das *Jodid*, HgI, schön scharlachroth, sublimirbar. Es krystallisirt in zweierlei Formen, in der einen ist es schön roth, in der anderen hellgelb. Auch im geschmolzenen Zustand ist es gelb.

Cyanquecksilber, $HgCy$. Farblose, auflösliche Krystalle. Höchst giftig. In der Hitze in Metall und Cyangas zerfallend, dient daher zur Darstellung des letzteren (s. Cyan). Wird weder von Alkalien noch Sauerstoffsäuren zersetzt.

Schwefelsaures Quecksilberoxyd, HgS. Durch Kochen von Quecksilber mit Schwefelsäure entsteht das neutrale Salz als eine weiſse Salzmasse. Durch heiſses Wasser zerfällt es in sich auflösendes saures, und ungelöst bleibendes basisches Salz, welches letztere ein gelbes Pulver ist.

Salpetersaures Quecksilberoxydul, HgN. Das neutrale bildet farblose Krystalle und entsteht durch Auflösen des Metalls in kalter überschüssiger Säure. Zerfällt mit viel

Digitized by Google

Wasser in ein auflösliches saures, und ein unlösliches basisches Salz. Ammoniak fällt aus der Auflösung eine schwarze, sehr basische Ammoniak-Verbindung, den sogenannten *Mercurius solubilis Hahnemanni.*

Salpetersaures Quecksilberoxyd, $\dot{Hg}\ddot{\dot{N}}$, entsteht durch Auflösen des Metalls in kochender Salpetersäure. Das neutrale Salz krystallisirt nicht; die anschiefsenden Krystalle sind ein basisches Salz. Wasser schlägt aus der Auflösung noch ein anderes basisches Salz nieder.

Knallsaures Quecksilberoxyd, (Knallquecksilber), $\dot{Hg}\dot{C}y$. Weifse, seidenglänzende Nadeln. Explodirt durch Reiben, Schlagen, oder Erhitzen mit betäubendem Knall und aufserordentlicher Gewalt. Wird zur Verfertigung der Zündhütchen für die Percussionsgewehre gebraucht. Seine Darstellung erfordert wegen der Gefahr, die damit verbunden ist, die gröfste Vorsicht.

Amalgame. Das Quecksilber vereinigt sich mit vielen anderen Metallen in bestimmten Proportionen zu krystallisirbaren Verbindungen, die aber stets in überschüssigem Quecksilber auflöslich sind. 1 Kalium bildet mit 90 Quecksilber, unter Wärme-Entwickelung, ein festes, zinnweifses Gemische. *Natrium* vereinigt sich mit Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur unter Feuer-Entwickelung. *Eisen* amalgamirt sich nicht unter gewöhnlichen Umständen; *Kupfer* ebenfalls nur schwierig. *Wismuth*, *Blei*, *Zinn*, *Zink* und *Kadmium* werden leicht vom Quecksilber aufgelöst, und bilden, je nach der vorherrschenden Menge des einen oder des anderen Metalls, halbflüssige, butterartige oder feste Amalgame.

Die meisten Quecksilber-Verbindungen sind starke Gifte; am gefährlichsten sind das Oxyd, die Oxydsalze, das Chlorid und das Cyanid. Nicht minder schädlich und gefährlich wirkt der Dampf des metallischen Quecksilbers, dem besonders die Spiegelbeleger, Vergolder und Barometermacher ausgesetzt sind.

Das Quecksilber dient zum Spiegelbeleg, zur Silbergewinnung (Amalgamationsprocefs), zum Füllen der Barometer und Thermometer, zum Vergolden und zur Darstel-

Digitized by Google

lung des Zinnobers und mehrerer sehr wichtigen Arzneimittel.

14. Silber.

Vorkommen. Gediegen; in Verbindung mit Schwefel und mehreren Metallen; selten als Chlorsilber.

Gewinnung. 1) Mechanische Ausscheidung des gediegenen Silbers aus sehr reichen Erzen. — 2) Ansammlung des in den Erzen zerstreuten Silbers durch Vereinigung mit Blei, *a*) indem man die Silbererze mit gerösteten Bleierzen (Bleiglanz) zusammenschmilzt, *Bleiarbeit*; *b*) indem man sehr arme Silbererze mit Schwefelkies schmilzt, und das dadurch entstandene silberhaltige Schwefeleisen, *Rohstein*, nach dem Rösten mit Bleierzen zusammenschmilzt, *Roharbeit*; *c*) indem man das aus silberhaltigen Kupfererzen erhaltene Schwarzkupfer mit Blei zusammenschmilzt, und aus dem erstarrten Gemische nachher durch vorsichtig geleitetes Erhitzen silberhaltiges Blei ausschmilzt, *Saigerung*. — Das auf die eine oder andere Weise erhaltene silberhaltige Werkblei wird auf den *Treibheerden abgetrieben*, wobei sich das Blei, nebst anderen beigemischten Metallen, oxydirt und als *Glätte* theils abfliefst, theils in den Heerd dringt, und das Silber zurückbleibt, welches zur letzten Reinigung noch einmal an der Luft geschmolzen wird, *Feinbrennen*. — 3) Das Silber wird aus den Erzen durch Quecksilber ausgezogen, und dieses nachher davon abdestillirt, *Amalgamation*. Die schwefelsilberhaltigen Erze werden in dieser Absicht mit Kochsalz gemengt und geröstet, und darauf das chlorsilberhaltige Gemenge mit Wasser, Eisen und Quecksilber bewegt. Das vom überschüssigen Quecksilber durch Auspressen befreite Amalgam wird destillirt.

Eigenschaften. Das weifseste Metall, stark glänzend; in Octaëdern krystallisirend; weicher als Kupfer, härter als Gold; hell klingend; sehr streck- und dehnbar: 1 Gran giebt einen 400 Fufs langen Draht. Spec. Gewicht 10,474; schmilzt leichter als Kupfer; absorbirt beim Schmelzen Sauerstoffgas, welches beim Erstarren wieder entweicht, daher das *Spratzen des Silbers*.

Digitized by Google

Oxyde. Das Silber oxydirt sich weder in feuchter Luft, noch beim Glühen oder Schmelzen an der Luft oder in Sauerstoffgas, und seine Oxyde sind durch Erhitzen für sich leicht zersetzbar. Es ist in Salpetersäure und heifser Schwefelsäure auflöslich, wodurch sich Oxyd bildet. Es hat aufserdem ein schwarzes Oxydul, Ag, und ein Superoxyd.

Das *Silberoxyd,* Ag, ist ein braunes, schweres Pulver; wird erhalten durch Fällung des salpetersauren Salzes mit kaustischem Kali.

Das Silberoxyd verbindet sich mit Ammoniak zu einem schwarzen, pulverigen Körper, bekannt unter dem Namen Knallsilber. Dasselbe zersetzt sich durch Reiben, Stofs, zuweilen schon durch die leiseste Berührung, selbst unter einer Flüssigkeit, mit der furchtbarsten Gewalt, in Silber, Wasser und Stickgas.

Schwefelsilber, Ag. Natürlich und krystallisirt als *Silberglanz*; künstlich durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Silber. Dunkel bleigrau, geschmeidig, von 7,0 spec. Gewicht. Das Anlaufen des Silbers in der Luft beruht auf der Bildung eines dünnen Häutchens von Schwefelsilber.

Salze.

Farblos, metallisch schmeckend, giftig. Zink, Kupfer, Quecksilber und mehrere andere Metalle, so wie schwefelsaures Eisenoxydul, schlagen aus den aufgelösten metallisches Silber nieder; Schwefelwasserstoffgas schwarzbraunes Schwefelsilber; Salzsäure und lösliche Chlormetalle weifses, käsiges Chlorsilber, am Lichte sich schwärzend. Ammoniak, in sehr kleiner Menge zugesetzt, fällt Silberoxyd, löslich in dem geringsten Ueberschufs von Ammoniak; in sauren Auflösungen entsteht kein Niederschlag.

Chlorsilber, AgCl. Natürlich und krystallisirt als *Hornsilber.* Entsteht durch unmittelbare Einwirkung von Chlor auf Silber; wird am leichtesten erhalten durch Fällung eines aufgelösten Silbersalzes mit Salzsäure. Weifser, käseartiger Niederschlag; nach dem Trocknen weifses, unlösliches Pulver, am Lichte schnell violett und schwarz werdend. Schmilzt leicht zu einer gelben, durchsichtigen

Digitized by Google

Flüssigkeit, erstarrt beim Erkalten zu einer grauen, durchscheinenden, krystallinischen, etwas zähen Masse, von 5,5 spec. Gewicht. In Ammoniak auflöslich, daraus in Octaëdern krystallisirend. Wird in Berührung mit Wasser und Zink oder Eisen, oder durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali sehr leicht zu metallischem Silber reducirt.

Wegen der absoluten Unlöslichkeit des Chlorsilbers wird das Silber aus seinen verdünntesten Auflösungen durch Salzsäure oder lösliche Chlormetalle niedergeschlagen, welche Eigenschaft man bei chemischen Untersuchungen zur Entdeckung von Silber, und umgekehrt zur Entdeckung von Chlor und quantitativen Bestimmung von Silber und Chlor benutzt. Man benutzt sie ferner zur Darstellung von chemisch reinem Silber aus gewöhnlichem kupferhaltigen, welches man in Salpetersäure auflöst, durch Kochsalz als Chlorsilber niederschlägt, auswäscht, trocknet und durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali reducirt.

Jodsilber, $\dot{Ag}J$. Blafsgelb, im Uebrigen dem Chlorsilber höchst ähnlich, aber kaum löslich in Ammoniak, — ein Mittel, um Jod und Chlor zu trennen.

Cyansilber, $\dot{Ag}\dot{C}y$, weifser, käseähnlicher Niederschlag; wird aus den löslichen Silbersalzen durch freie Blausäure gefällt. Löslich in den Cyanüren der Alkalimetalle.

Schwefelsaures Silberoxyd, $\dot{Ag}\ddot{S}$; kleine, glänzende, sehr schwerlösliche Krystallnadeln.

Salpetersaures Silberoxyd, $\dot{Ag}\ddot{N}$; wasserhelle, in der Luft unveränderliche Krystalle, in Wasser leicht löslich; enthält kein Wasser. Schmilzt leicht und erstarrt krystallinisch (*Höllenstein*). Wirkt ätzend giftig, zerstört organische Stoffe und schwärzt sie. Wird erhalten durch Auflösen von reinem Silber in mäfsig starker Salpetersäure.

Phosphorsaures Silberoxyd, $=\dot{Ag}^3\ddot{P}$. Gelber Niederschlag. Entsteht durch Fällung eines Silbersalzes mit ungeglühtem phosphorsauren Natron. Geglühtes giebt einen weifsen Niederschlag, $=\dot{Ag}^2\ddot{P}$. (Vergl. S. 50. und 94.)

Kohlensaures Silberoxyd, $\dot{Ag}\ddot{C}$, weifses Pulver.

Oxalsaures Silberoxyd, $\dot{Ag}\ddot{C}$, weifses Pulver; wird

Digitized by Google

durch freie Oxalsäure aus den Silbersalzen gefällt. Verpufft beim Erhitzen.

Cyansaures Silberoxyd, Ag Ċy. Weifses, fast unlösliches Pulver. Zersetzt sich beim Erhitzen ohne Explosion.

Knallsaures Silberoxyd, Ag Ċy. Kleine, weifse Krystallnadeln. Explodirt durch Reiben, Schlag oder Erhitzen, oft schon durch blofse Berührung, selbst unter Wasser, mit noch gröfserer Gewalt als das Quecksilbersalz.

Silberlegirungen. Die meisten der vorhergehenden Metalle lassen sich mit Silber zusammenschmelzen, allein aufser dem Silberamalgam und dem Kupfer-Silber ist keines dieser Gemische von Merkwürdigkeit oder Anwendung. Das *Silberamalgam* findet sich natürlich und krystallisirt als seltenes Mineral. Künstlich erhält man es krystallisirt, wenn man Quecksilber in aufgelöstem salpetersauren Silberoxyd liegen läfst.

Kupfer und Silber lassen sich in allen Verhältnissen zusammenschmelzen; das Gemische ist weifs, bis blafs kupferroth, und härter als reines Silber. Alles verarbeitete Silber ist mit Kupfer versetzt. Der Silbergehalt wird durch das Wort *löthig* ausgedrückt; eine Mark Münzgewicht hat nämlich 16 Loth (1 Loth = 18 Grän), und ein Gemische aus 15 Loth Silber und 1 Loth Kupfer nennt man 15*löthiges* Silber, aus 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer, wie z. B. die preufsischen Thaler, 12*löthiges* Silber, u. s. w. — Die Oberfläche von verarbeitetem kupferhaltigen Silber wird durch das *Weifssieden* mit Weinstein, Kochsalz und Wasser, oder mit verdünnter Schwefelsäure, weifser gemacht.

Um den Silbergehalt eines verarbeiteten Silbers leicht zu finden, hat man zweierlei technische Verfahrungsweisen: 1) die *Cupellation*. Die abgewogene Probe wird mit dem vielfachen Gewicht Blei auf der *Kapelle*, einer kleinen aus Knochenasche und ausgelaugter Holzasche verfertigten Schüssel, in der *Muffel* des *Cupellirofens* abgetrieben, d. h. so lange unter dem Zutritt der Luft geschmolzen, bis sich alles Blei mit allem Kupfer oxydirt und in die Masse der Kapelle eingezogen hat, und der reine Sil-

Digitized by Google

bergehalt der Probe, zu einem Korn zusammengeschmolzen, auf der Kapelle zurückgeblieben ist. — 2) Die abgewogene Probe wird in reiner Salpetersäure aufgelöst, und das Silber durch Kochsalzauflösung von bekanntem Salzgehalt niedergeschlagen. Aus der Menge (dem Maafs) der verbrauchten Salzauflösung wird der Silbergehalt der Probe berechnet.

Aus altem verarbeiteten, kupferhaltigen Silber, z. B. alter Münze, wird im Grofsen das Silber durch Auflösung des Gemisches in heifser Schwefelsäure in Platinkesseln, und Fällung des Silbers durch hineingestelltes Kupfer abgeschieden, wobei man Kupfervitriol als Nebenproduct gewinnt.

15. Platin.

Vorkommen. Hauptsächlich in Südamerika und am Ural. Nur gediegen; seltener rein, gewöhnlich mit kleinen Beimischungen von Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium, Eisen und Kupfer; in Gestalt kleiner, abgeplatteter Körner oder gröfserer Klumpen von 17,7 spec. Gewicht, gemengt mit Körnern von Gold, Osmium-Iridium, Chromeisen, Titaneisen, Hyacinthen, Spinellen etc. in den Platinsand-Lagern.

Darstellung. Die Platinkörner, oder das rohe Platin enthält im Durchschnitt ungefähr 80 Proc. reines Platin. Für die Verarbeitung desselben müssen die anderen Metalle, wenigstens die Hauptmenge derselben, weggeschafft und dasselbe in einen Zustand versetzt werden, in welchem es sich, da es nicht schmelzbar ist, auf andere Weise in eine zusammenhängende Masse vereinigen läfst. — Das rohe Platin wird in verdünntem Königswasser aufgelöst, wobei ein schwarzes Pulver, Iridium und Osmium-Iridium, ungelöst bleibt. Die rothgelbe Auflösung wird mit Natron neutralisirt, und das Palladium durch Cyanquecksilber niedergeschlagen. Nachdem sie mit etwas Salpetersäure sauer gemacht worden, um die Fällung von Iridium zu verhindern, wird so lange Salmiak-Auflösung zugegossen, als noch ein gelber Niederschlag entsteht. Dieser ist Chlorplatin-Ammonium (Platinsalmiak); er wird abfiltrirt, einige Male

Digitized by Google

ausgewaschen und getrocknet. In der Auflösung sind, nebst etwas Platin, die übrigen Metalle zurückgeblieben.

Durch Glühen liefert der Platinsalmiak metallisches Platin, in Gestalt einer grauen, schwammigen, weichen Masse (Platinschwamm). Derselbe wird in einer eisernen Form, vermittelst einer Schraubenpresse, heftig zusammengepreſst, der erhaltene Kuchen darauf weiſsglühend gemacht und glühend abermals gepreſst. Hierdurch bekommt die Masse solchen Zusammenhang, daſs sie sich nun schmieden läſst. — Wollaston's Methode, das Platin schmiedbar zu machen, besteht darin, daſs man Platinsalmiak bei sehr gelinder Hitze zersetzt, den Platinschwamm mit Wasser zu sehr feinem Pulver zerreibt, das nasse Pulver mit groſser Gewalt in eine konische Form von Messing preſst, und die herausgenommene und getrocknete Masse darauf der strengsten Weiſsglühhitze aussetzt, worauf sie durch, anfänglich behutsames, Hämmern vollkommene Dichte und Schmiedbarkeit erlangt.

Eigenschaften. Farbe zwischen stahlgrau und silberweiſs; weniger glänzend als Silber; härter als Kupfer; sehr geschmeidig, in höchst feinen Draht ausziehbar. Spec. Gewicht 21,5. In der Weiſsglühhitze schweiſsbar; im heftigsten Essenfeuer für sich unschmelzbar; schmilzt aber in der durch Sauerstoffgas angefachten Weingeistflamme, im Knallgasgebläse und im Kreise starker electrischer Säulen. — Wird, als Platinschwamm, in Berührung mit einem Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, glühend und entflammt die Gase.

Das Platin ist bei keiner Temperatur auf unmittelbare Weise oxydirbar, es vereinigt sich überhaupt nur schwierig mit den Metalloïden, und fast alle diese Verbindungen sind in der Glühhitze wieder zersetzbar. Es hat ein Oxydul und ein Oxyd und eben so viel entsprechende Schwefel- und Chlor-Verbindungen.

Das *Platinchlorid,* $PtCl^2$, bildet sich durch Auflösen des Metalles in Königswasser. Nach dem Abdampfen rothbraune Masse, mit dunkel rothbrauner Farbe in Wasser löslich (Platinauflösung). Aus dieser Auflösung schlagen Am-

Digitized by Google

moniak und alle Ammoniumsalze, so wie Kali und alle Kaliumsalze, ein schön gelbes, sehr wenig lösliches Pulver nieder: Platinsalmiak und Chlorplatinkalium. Da das Chlorplatinnatrium leicht löslich ist, und Natriumsalze also in der Platinauflösung keinen Niederschlag bewirken, so benutzt man diese Verschiedenheit bei Analysen zur Unterscheidung und Trennung von Kali und Natron.

Die Platinoxyde bilden mit den Säuren Salze; doch scheinen die Pflanzensäuren davon eine Ausnahme zu machen, da sie im Allgemeinen die Platinoxyde reduciren. Kocht man die Platinchloridlösung mit Weinsäure, so fällt das Platin in Gestalt eines schwarzen Pulvers metallisch nieder.

Wenn man das gelblichgrüne, pulverförmige Platinchlorür, erhalten durch starkes Erhitzen des Chlorids, in heifser kaustischer Kalilauge auflöst und dazu Weingeist gieſst, so schlägt sich, unter heftiger Entwickelung von Kohlensäuregas, ein sammtschwarzes schweres Pulver nieder, welches ebenfalls metallisches Platin ist. In diesem Zustande hat es die merkwürdige Eigenschaft, mit Weingeist befeuchtet, glühend zu werden und denselben in Essigsäure zu verwandeln. In noch höherem Grade, als der Platinschwamm, hat es dabei die Eigenschaft, mit Wasserstoffgas glühend zu werden, von dem es, so wie von anderen Gasen, ein sehr grofses Volumen einsaugt.

Das Platin vereinigt sich leicht mit den übrigen Metallen. Aus diesem Grunde, und weil die meisten dieser Legirungen leicht schmelzbar sind, hat man sich zu hüten, mit glühenden Platingefäfsen andere Metalle oder Verbindungen, aus denen sich dieselben reduciren können, in Berührung zu bringen. Eben so wenig darf man sie oft und lange zwischen Kohlen glühen, weil sie durch Aufnahme von Kiesel aus der Asche ganz spröde und brüchig werden. Man kann Platin in Berührung mit Kohle in einem Thontiegel im Essenfeuer schmelzen, weil es dabei zu schmelzbarem, sprödem Kieselplatin wird.

Die Unveränderlichkeit des Platins im Feuer und seine Unlöslichkeit in den meisten Säuren, verbunden mit seiner Härte und Schmiedbarkeit, machen es zu einem für che-

Digitized by Google

mische Geräthschaften ganz unentbehrlichen Metall. Besonders wichtig ist seine Anwendung zu Destillirblasen bei der Schwefelsäure-Fabrication geworden.

Das rohe Platin kam zuerst 1741 nach Europa.

16. Palladium.

Vorkommen. Höchst selten in einzelnen Körnern unter dem rohen Platin. In geringer Menge im rohen Platin. Auch bei Tilkerode auf dem Harz.

Eigenschaften. In Farbe, Glanz und Geschmeidigkeit dem Platin höchst ähnlich. Spec. Gewicht 12. Ungefähr so strengflüssig wie Stabeisen. Läuft beim Erhitzen an der Luft stahlblau an; beschlägt sich in der Weingeistflamme mit Rufs und wird spröde. Löst sich in kalter Salpetersäure ohne Gasentwickelung auf. Seine beiden Oxyde für sich reducirbar.

1803 von Wollaston im Platin entdeckt.

17. Iridium.

Vorkommen. Zu 1 bis 5 Proc. im rohen Platin. In besonderen Körnern als Osmium-Iridium unter dem rohen Platin; am seltensten als platinhaltiges Iridium in Körnern von 23 spec. Gewicht.

Eigenschaften. Nur im zusammengesinterten, nicht im geschmolzenen Zustand bekannt, da es selbst im Sauerstoffgasgebläse unschmelzbar ist. Grauweifs, durch Poliren stark glänzend. In allen Säuren, selbst in Königswasser, unlöslich. Mit Chlornatrium innig gemengt und in Chlorgas schwach geglüht, bildet es ein in Wasser lösliches Doppelchlorür. Bildet 4 Oxyde; für sich reducirbar.

1803 von Tennant entdeckt.

18. Rhodium.

Vorkommen. Zu 1 bis 3 Proc. im rohen Platin.

Eigenschaften. Wegen seiner Strengflüssigkeit nur im zusammengesinterten Zustand bekannt. Silberweifs, spröde, sehr hart, von 11 spec. Gewicht. — In allen Säuren unlöslich. Oxydirt sich als Pulver beim Erhitzen an der

Digitized by Google

Luft. Hat 2 Oxyde, nicht für sich reducirbar, leicht durch Wasserstoffgas.

1804 von Wollaston entdeckt.

19. Osmium.

Vorkommen. Zum Theil im rohen Platin; hauptsächlich als Osmium-Iridium, in besondern, spröden Körnern von 19,5 spec. Gewicht, dem Platin beigemengt.

Eigenschaften. Durch Wasserstoffgas aus seinem flüchtigen Oxyd reducirt, bildet es eine dichte, dunkel eisenschwarze Masse von 10 spec. Gewicht; auf andere Weise reducirt, stellt es, wegen seiner Unschmelzbarkeit, eine blaulichschwarze, poröse Masse dar.

Das Osmium hat 5 Oxyde, wovon das flüchtige das merkwürdigste ist. Es entsteht durch Oxydation des Metalles an der Luft und sublimirt sich in farblosen, glänzenden Krystallen, ist leicht schmelzbar, in Wasser leicht löslich, hat einen höchst durchdringenden, dem Chlor und Jod ähnlichen Geruch, und greift, selbst in höchst geringer Menge als Dampf eingeathmet, die Athmungswerkzeuge heftig an. Es ist $=\dot{O}s$.

1803 von Tennant entdeckt.

20. Gold.

Vorkommen. Nur gediegen, zuweilen in Verbindung mit Silber und einigen anderen Metallen. Sehr verbreitet.

Gewinnung. Ein grofser Theil des Goldes wird als Waschgold aus den Goldsand-Lagern in Gestalt kleiner Körner oder gröfserer Klumpen mechanisch geschieden. Aus weniger reichen Golderzen, in denen es zerstreut oder unsichtbar eingesprengt vorkommt, wird es durch ähnliche Processe, wie das Silber, dargestellt.

Ist das gewonnene Gold silberhaltig, oder hat man goldhaltiges Silber erhalten, so müssen beide Metalle geschieden werden; dies geschieht am besten durch Auflösung des Gemisches in heifser Schwefelsäure in einem Platinkessel, wobei das Gold ungelöst bleibt und sich bei Auflösung des schwefelsauren Silberoxyds in Wasser als braunes Pul-

ver

Digitized by Google

ver abscheidet. Das Silber wird alsdann durch Kupfer niedergeschlagen, und Kupfervitriol als Nebenproduct gewonnen. Oder es wird das goldhaltige Silber, in ausgewalztem oder sonst vertheiltem Zustande, bei $\frac{1}{4}$ Goldgehalt, in warmer Salpetersäure (Scheidewasser) aufgelöst, wobei das Gold zurückbleibt, *Quartscheidung*. Silberhaltiges Gold, mit vorwaltendem Gold, wird in Königswasser aufgelöst, wobei das Silber als Chlorsilber zurückbleibt. Aus der Auflösung wird das Gold durch Eisenvitriol niedergeschlagen.

Eigenschaften. Gelb, krystallisirbar; weicher als Silber; das geschmeidigste Metall; läfst sich zu Blättchen von $\frac{1}{1000}$ Linie ausdehnen; 1 Gran giebt einen 500 Fufs langen Draht und eine Platte von 56,75 Quadratzoll Oberfläche. Spec. Gewicht 19,2. In Pulvergestalt braun; als Blattgold mit grüner Farbe durchscheinend. Schmilzt schwerer als Kupfer, zeigt im Flufs eine bläulichgrüne Farbe, und dehnt sich dabei stark aus.

Oxyde. Unter allen Metallen hat das Gold die geringste Verwandtschaft zum Sauerstoff; es bleibt in der Luft bei jeder Temperatur unverändert, und läfst sich nur auf mittelbarem Wege oxydiren. Es ist nur in Königswasser, unter Bildung von Chlorgold, löslich. Es hat 2 Oxyde, die aber mit Säuren keine Salze bilden.

Das *Goldoxyd*, Äu, ist ein bräunlichschwarzes Pulver, sehr leicht zersetzbar. Bildet mit den Basen salzartige Verbindungen, worin es die Säure ist. Seine Verbindung mit Ammoniak ist das *Knallgold*, ein, durch Stofs, Reiben oder gelindes Erwärmen mit heftigem Knall gefährlich explodirendes, gelbbraunes Pulver.

Das Goldoxyd löst sich in schmelzenden Glasflüssen auf und färbt sie sehr schön purpurroth. Zur Darstellung von solchem rothgefärbten Glase, oder zum Malen auf Porzellan und Email, wird der sogenannte *Goldpurpur* angewendet, eine fast schwarze, pulverförmige Verbindung von Zinnoxyd mit einem noch nicht richtig bekannten Goldoxyd, die bei Vermischung von verdünnter Chlorgold-Lösung mit einer sehr verdünnten Lösung von Zinnsesquioxydul in Salzsäure niederfällt.

Digitized by Google

Schwefelgold. Entsteht nicht durch Schmelzen von Gold mit Schwefel, sondern nur durch Zersetzung von Chlorgold mit Schwefelwasserstoffgas. Schwarzes Pulver; durch Erhitzen leicht zersetzbar; in Schwefelkalium auflöslich.

Chlorgold, $AuCl^3$. Bildet sich beim Erhitzen von Blattgold in Chlorgas; wird gewöhnlich erhalten durch Auflösung des Goldes in Königswasser (Goldauflösung). Krystallisirt aus der sauren Auflösung in Verbindung mit Chlorwasserstoffsäure in langen, gelben Krystallen. Das neutrale Goldchlorid, erhalten durch Abdampfen der sauren Auflösung, ist eine dunkelrothe, krystallinische, zerfliefsliche Masse, in Wasser mit rothgelber Farbe löslich. Wird bei gelindem Erhitzen in gelblichweifses Chlorür, bei stärkerer Hitze in metallisches Gold und Chlorgas zerlegt. Die Goldauflösung färbt die Haut dunkel purpurfarben.

Aus der neutralen Goldauflösung wird das Gold metallisch gefällt: durch Phosphor, phosphorige Säure, Eisenvitriol, Zink, Eisen, Kupfer und mehrere andere Metalle; ferner durch Oxalsäure und die pflanzensauren Alkalisalze, besonders unter Mitwirkung des Lichts. Seine Fällbarkeit durch Eisenvitriol benutzt man zur Darstellung von reinem Gold aus kupferhaltigem. — Kaustische Alkalien schlagen aus der Goldauflösung alkalihaltiges Goldoxyd nieder, Ammoniak Knallgold. Mit Chlorkalium und Chlornatrium bildet das Goldchlorid gelbe, krystallisirende Doppelverbindungen.

Goldlegirungen. Das Gold läfst sich mit den meisten der vorhergehenden Metalle zusammenschmelzen. — $\frac{1}{1920}$ *Wismuth* reicht hin, das Gold spröde zu machen. 1 *Blei* und 11 Gold: ein blafsgelbes Gemische, so spröde wie Glas. 1 *Zink* und 60 Gold: spröde. Mit *Quecksilber* amalgamirt sich das Gold sehr leicht; das Goldamalgam dient zum Vergolden anderer Metalle. *Silber* und *Kupfer* schmelzen mit Gold in allen Verhältnissen zusammen und machen es härter.

Das meiste verarbeitete Gold enthält eine Beimischung von Silber oder Kupfer, oder von beiden zugleich (*rothe*, *weifse* und *gemischte Karatirung*); nur wenige Münzsorten werden aus ganz reinem Gold geprägt. Der Goldge-

Digitized by Google

halt in legirtem Gold wird durch das Wort *karatig* ausgedrückt. 1 Mark Gold (=16 Loth) wird nämlich in 24 Karat (1 Karat=12 Grän) eingetheilt; enthält legirtes Gold $\frac{1}{24}$ Kupfer oder Silber, so heifst es 21karätiges Gold, $\frac{3}{24}$ Kupfer: 16karätiges etc. Der Goldgehalt des legirten Goldes wird ebenfalls durch die Cupellation gefunden. Blofs kupferhaltiges Gold wird blofs mit Blei abgetrieben; das zugleich silberhaltige wird mit dem 2- bis 3fachen Gewicht Silber und dem 10fachen Gewicht Blei zusammengeschmolzen und abgetrieben, und dann das Silber vom Gold durch die Quartscheidung getrennt.

21. Titan.

Vorkommen. Nur oxydirt als Titansäure.

Eigenschaften. Das in mancher Hohofenschlacke zufällig vorkommende Titan ist in stark glänzenden, hell kupferrothen Würfeln krystallisirt. Es ist spröde, in der Luft unveränderlich, im heftigsten Essenfeuer unschmelzbar, und in allen Säuren unlöslich; spec. Gewicht 5,3. Das durch Erhitzen von Chlortitan-Ammoniak in Ammoniakgas reducirte Titan bildet kupferrothe Blättchen, und verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu Titansäure.

Titansäure, Ti. Kommt natürlich und krystallisirt vor als ***Rutil*** und ***Anatas.*** Der Rutil bildet bräunlichrothe, durchscheinende Krystalle. Die künstlich dargestellte Titansäure ist ein weifses Pulver; wird beim Erhitzen vorübergehend gelb; nach dem Glühen in allen Säuren, concentrirte heifse Schwefelsäure und Fluorwasserstoffsäure ausgenommen, unauflöslich. Vereinigt sich im Schmelzen mit den Alkalien zu titansauren Salzen. Die merkwürdigsten sind die natürlich vorkommenden:

Sphen oder ***Titanit***, ein theils gelbes, theils braunes krystallisirtes Mineral, aus titansaurer Kalkerde mit kieselsaurer Kalkerde. ***Polymignit***, schwarze Krystalle, aus titansaurer Zirkonerde und mehreren anderen Basen. ***Titaneisen,*** dunkel eisenschwarz, ähnlich dem Magneteisen, derb und häufig krystallisirt, ist titansaures Eisenoxydul, gewöhnlich gemengt mit Eisenoxyd.

Digitized by Google

In den Auflösungen der Titansäure bewirkt Galläpfelaufguſs einen dicken, dunkel rothgelben Niederschlag. Durch hineingestelltes Zinn oder Zink färben sie sich blau. Mit Borax in der reducirenden Löthrohrflamme geschmolzen, färbt die Titansäure die Perle tief amethystroth. — Das Titan hat aufserdem noch ein Oxyd.

Chlortitan, $TiCl^2$. Farblose, flüchtige, sehr stark rauchende Flüssigkeit. Wird wie Chlorkiesel dargestellt.

Das Titan ist bis jetzt ohne Anwendung. Es wurde 1791 von Gregor im Titaneisen, und 1794 von Klaproth im Rutil entdeckt.

22. Tantal.

Vorkommen. Sehr selten; nur oxydirt als Tantalsäure in wenigen Mineralien.

Eigenschaften. Wegen seiner Unschmelzbarkeit nur als schwarzes Pulver bekannt. In keiner Säure, die Fluorwasserstoffsäure ausgenommen, auflöslich. Entzündet sich beim Erhitzen an der Luft und verbrennt zu Tantalsäure.

Die *Tantalsäure* ist ein weifses, schweres, nach dem Glühen in allen Säuren unlösliches Pulver. Verhält sich auch im Uebrigen sehr ähnlich der Titansäure. Das *Tantalchlorid* ist krystallinisch, flüchtig. Aus seiner Lösung in Wasser schlägt Schwefelsäure weifse schwefelsaure Tantalsäure nieder, leicht löslich in kaustischem Kali. Als Mineralien vorkommende tantalsaure Salze sind die braunen und schwarzen *Tantalite*; sie sind tantalsaure Yttererde mit Kalkerde, oder tantalsaures Eisenoxydul und Manganoxydul.

Ohne Anwendung. 1801 von Hatchett, und 1802 von Ekeberg entdeckt.

23. Wolfram.

Vorkommen. Nur oxydirt als Wolframsäure, am häufigsten im Mineral Wolfram.

Eigenschaften. Eisengrau, spröde, sehr hart, von 17 spec. Gewicht; höchst strengflüssig; in der Luft unveränderlich; durch Säuren nur schwierig oxydirbar. Als Pulver in der Luft erhitzt, verbrennt es zu Wolframsäure.

Digitized by Google

Wolframsäure, $\dot{W}$. Schwefelgelbes, geschmackloses Pulver. Wird am einfachsten erhalten durch Zersetzung des natürlichen wolframsauren Kalks (Tungsteins) durch Salpetersäure. Löst sich in den Auflösungen der kaustischen Alkalien auf, und bildet damit krystallisirbare, wolframsaure Salze. Säuren schlagen daraus in der Wärme gelbe, jedoch nicht ganz reine Wolframsäure nieder. — In Berührung mit Zink und wäfsriger Salzsäure wird die Wolframsäure zuerst tief blau, und darauf in metallischglänzende, kupferrothe Blättchen von *Wolframoxyd*, $=\ddot{W}$, verwandelt. Dieses entsteht auch durch schwaches Glühen der Säure in Wasserstoffgas als braunes Pulver, oder durch Glühen von wolframsaurem Kali mit Salmiak als schwarzes Pulver. Bei stärkerer Hitze wird die Säure, besonders leicht die alkalihaltige, durch Wasserstoffgas zu Metall reducirt.

Die natürlich vorkommenden wolframsauren Salze sind:

Tungstein, wolframsaurer Kalk, $\dot{C}a\,\dot{W}$; farblos, durchscheinend; sehr ähnlich dem Schwerspath; öfters krystallisirt. — *Wolfram*, wolframsaures Eisenoxydul-Manganoxydul, $\dot{M}n\,\dot{W}+\dot{F}e\,\dot{W}$, grofse, eisenschwarze, metallischglänzende Krystalle, von 7 spec. Gewicht. Findet sich in Menge in den böhmischen Zinngruben. Wird durch Säuren und durch Schmelzen mit kohlensaurem Kali oder Chlorcalcium zersetzt. — *Wolframsaures Bleioxyd*, kleine braune Krystalle; sehr selten.

Chlorwolfram. Metallisches Wolfram verbrennt beim Erwärmen in Chlorgas zu Chlorür, $W\,\dot{C}l^3$; es ist sehr flüchtig, sublimirt sich in rothen, schmelzbaren Krystallen. Mit Wasser zersetzt es sich sogleich in braunrothes Oxyd und Salzsäure. Wolframoxyd, in Chlorgas erhitzt, verwandelt sich in eine, aus Krystallschuppen bestehende, sublimirte gelbliche Masse, $=2\ddot{W}+W\,\dot{C}l^3$. Zersetzt sich mit Wasser in Salzsäure und Wolframsäure.

Die Wolframsäure wurde von Scheele 1781 zuerst im Tungstein entdeckt. — Das Wolfram ist bis jetzt ohne Anwendung.

Digitized by Google

24. Molybdän.

Vorkommen. Als Molybdänsäure; häufiger als Schwefelmolybdän.

Eigenschaften. Weifs, stark glänzend, spröde, von 8,6 spec. Gewicht; höchst strengflüssig. In Salpetersäure auflöslich.

Oxyde. Das Molybdän hat 3 Oxyde: ein schwarzes Oxydul, ein braunes Oxyd, beide Salzbasen, und eine Säure. 1 Atom Metall ist darin verbunden mit 1, 2 und 3 Atomen Sauerstoff. Die Molybdänsäure, $=\dot{M}o$, ist weifs krystallinisch, in Glühhitze schmelzbar und sublimirbar; in Wasser in geringer Menge löslich; durch Wasserstoffgas in starker Glühhitze zu Metall reducirbar. Die molybdänsauren Alkalien sind auflöslich und krystallisirbar. Molybdänsaures *Bleioxyd* bildet ein gelbes, krystallisirtes Mineral, das *Gelbbleierz*. Das molybdänsaure Molybdänoxyd ist schön blau und in Wasser löslich.

Schwefelmolybdän. Die dem Oxyd entsprechende Verbindung, $=\dot{\dot{M}}o$, ist das häufigste Molybdänfossil (Molybdän oder Wasserblei); bleigrau, metallglänzend weich, talkartig, schreibend, dem Graphit ähnlich. — Das der Säure entsprechende Schwefelmolybdän, $=\dddot{M}o$, ist ein Sulfid und bildet mit basischen Schwefelmetallen Salze. Das krystallisirte Kalium-Salz, $K\dddot{M}o$, ist bei auffallendem Licht schön metallisch-grün, bei durchfallendem rubinroth.

Molybdänchlorür und *-Chlorid* sind sublimirbare, feste Körper.

1778 von Scheele entdeckt. — Ohne Anwendung.

25. Vanadin.

Vorkommen. Bis jetzt sehr selten; in schwedischem Eisen und dessen Frischschlacke; als vanadinsaures Bleioxyd zu Zimapan in Mexico, bei Wanlockhead in Schottland und zu Beresow in Sibirien.

Eigenschaften. Nur in Pulverform bekannt. — Es hat ein Oxydul, ein Oxyd und eine Säure. Letztere ist

Digitized by Google

braunroth, leicht schmelzbar und beim Erkalten krystallisirend; bildet mit den Basen gelb und roth gefärbte Salze.

1830 von Sefström entdeckt.

26. Chrom.

Vorkommen. Nur oxydirt; hauptsächlich im Chromeisenstein (Chromoxyd-Eisenoxydul), seltner als chromsaures Bleioxyd; in geringer Menge im Serpentin.

Eigenschaften. Stahlgrau, sehr hart und spröde; im Essenfeuer kaum schmelzbar; spec. Gewicht 6. In Säuren unlöslich.

Oxyde. Das Chrom hat drei Oxydationsstufen, zwei Oxyde und eine Säure.

a) *Grünes Oxyd.* Grünes, unschmelzbares Pulver oder schwarze, metallisch-glänzende, äufserst harte Krystalle von der Form des Eisenoxyds. Nach dem Glühen in Säuren fast unlöslich. Durch Wasserstoffgas nicht, durch Kohle nur in strenger Weifsglühhitze reducirbar. Macht den färbenden Bestandtheil des Smaragds aus, und wird als grüne Farbe auf Porzellan und Email gebraucht. Dieses Oxyd enthält, gleich der Thonerde und dem Eisenoxyd, auf 2 Atome Metall 3 Atome Sauerstoff, $=\ddot{C}r$. — Die *Chromoxydsalze* sind im Allgemeinen schön grün. Das schwefelsaure Chromoxyd-Kali (Chromalaun $=\dot{K}\ddot{S} + \ddot{C}r\ddot{S}^3 + 24\dot{H}$) bildet tief amethystrothe Octaëder; seine Auflösung ist grün.

b) *Braunes Chromoxyd.* Braunes Pulver; kann auch als chromsaures Chromoxyd betrachtet werden.

c) *Chromsäure*, $\ddot{C}r$. Schmelzbare, rothe Masse, oder rothe Krystalle, zerfliefst an der Luft, schmeckt sauer und herbe; färbt die Haut gelb, löst sich im Wasser mit gelbbrauner Farbe leicht auf. Bis über den Schmelzpunkt erhitzt, zerfällt sie in grünes Oxyd und Sauerstoffgas. In Ammoniakgas wird sie glühend und verwandelt sich in grünes Oxyd. Mit Salzsäure entwickelt sie Chlor.

Die chromsauren Salze sind alle gefärbt, zum Theil sehr schön, die chromsauren Alkalien und Erden sind gelb.

Digitized by Google

In den aufgelösten chromsauren Alkalien bewirken Bleisalze einen orangegelben, Quecksilberoxydulsalze einen ziegelrothen, Silbersalze einen purpurrothen Niederschlag.

Chromsaures Kali. Das *neutrale*, $\dot{K}\ddot{C}r$, bildet schön gelbe, durchsichtige, luftbeständige Krystalle, von der Form des schwefelsauren Kali's, ist in Wasser leicht löslich und aufserordentlich färbend. Das *saure*, $\dot{K}\ddot{C}r^2$, krystallisirt in grofsen, leicht schmelzbaren Krystallen, und ist durch seine schöne rothe Farbe ausgezeichnet. Man erhält es, indem man der Auflösung des ersteren Salpetersäure zumischt und zur Krystallisation abdampft.

Mit Schwefelsäure und Weingeist vermischt, wird die Auflösung des chromsauren Kali's unter starker Erhitzung schön grün, und liefert alsdann Krystalle von Chromalaun. Eben so wirkt schweflige Säure. Wird chromsaures Kali mit kohlensaurem Natron und Salmiak geglüht, so wird die Chromsäure zu grünem Oxyd reducirt, welches beim Ausziehen der Masse mit Wasser zurückbleibt.

Das chromsaure Kali ist zwar für sich als Farbe unbrauchbar, wird aber in der Färbekunst gebraucht, um mit Hülfe von Bleisalzen Zeuge gelb und roth zu färben. Als erstes Product von der technischen Verarbeitung des Chromeisensteins, ist es aufserdem das Material zur Darstellung aller übrigen Chromverbindungen. Aus dem Chromeisenstein (Chromoxyd-Eisenoxydul $= \dot{F}e\ddot{C}r$) wird es erhalten durch Glühen von 1 Th. desselben in fein gepulvertem Zustande mit 2 Th. Salpeter, Auslaugen der Masse, Neutralisiren mit Salpetersäure, Abfiltriren der niedergefallenen Thonerde und Kieselerde, und Abdampfen zum Krystallisiren, worauf chromsaures Kali anschiefst.

Chromsaures Bleioxyd, $\dot{P}b\ddot{C}r$; natürlich als *Rothbleierz*, in schönen gelbrothen Krystallen; das künstlich dargestellte ist ein in Wasser unlösliches, orangegelbes Pulver, als schönste gelbe Malerfarbe bekannt unter dem Namen *Chromgelb*. Wird durch Zersetzung von chromsaurem Kali mit einem aufgelösten Bleisalz erhalten. Das *basische* chromsaure Bleioxyd, $\dot{P}b^2\ddot{C}r$, ist schön zinnober-

Digitized by Google

roth; wird erhalten durch Schmelzen des neutralen mit Salpeter und Auswaschen, oder durch Kochen des frisch gefällten neutralen Salzes mit einer Auflösung von neutralem chromsauren Kali, welches sich dabei in saures Salz verwandelt, oder endlich durch Fällung eines Bleisalzes mit chromsaurem Kali, dem kaustisches Kali beigemischt ist.

Chromsaures Quecksilberoxydul, $\dot{Hg}\ddot{Cr}$. Lebhaft ziegelrothes Pulver. Hinterläfst beim Glühen grünes Chromoxyd, dient daher gewöhnlich zur Darstellung des letzteren.

Chromsaures Silberoxyd, $\dot{Ag}\ddot{Cr}^2$, bildet sich durch wechselseitige Zersetzung als ein purpurrother Niederschlag; eine Silberplatte, in eine mit Schwefelsäure sauer gemachte Auflösung von chromsaurem Kali gelegt, bedeckt sich mit dunkelrothen, glänzenden Krystallen von $\dot{Ag}\ddot{Cr}^2$, unter gleichzeitiger Bildung von Chromalaun.

Chlorchrom. Das *Chlorür*, $\dot{Cr}\dot{Cl}^3$, sublimirt sich in pfirsichblüthfarbenen, glänzenden Schuppen.

Uebergiefst man ein vorher zusammengeschmolzenes Gemenge von 3 Atomgewichten Kochsalz und 3 At. neutralem chromsauren Kali in einer Retorte mit 12 Atomgewichten concentrirter Schwefelsäure, so destillirt, indem die Masse von selbst ins Kochen geräth, eine blutrothe, sehr flüchtige, stark rauchende Flüssigkeit über, die eine Verbindung von *Chromsuperchlorid mit Chromsäure* ist, $=\dot{Cr}\dot{Cl}^3 + 2\ddot{Cr}$. Mit Alkohol entzündet sich dieselbe, mit Wasser zersetzt sie sich in Chromsäure und Salzsäure. In Dampfgestalt durch ein schwach glühendes Rohr geleitet, wird sie in Sauerstoffgas, Chlorgas und Chromoxyd zersetzt, welches letztere sich in schwarzen, sehr glänzenden und äufserst harten Krystallen absetzt.

Fluorchrom. Das Fluorid ist eine gelbrothe, höchst flüchtige Flüssigkeit, in der Luft dicke, orangegelbe Nebel bildend; sein die Athmungswerkzeuge gefährlich angreifender Dampf setzt an feuchte Körper eine rothgelbe, wollige Vegetation von krystallisirter Chromsäure ab. Zersetzt sich mit Wasser in Fluorwasserstoffsäure und Chromsäure, von welcher letzteren erstere sich vollständig ab-

Digitized by Google

dampfen läfst. Das Fluorchrom dient daher zur Darstellung der reinen Chromsäure, da diese Säure, wegen ihrer Eigenschaft, sich mit anderen Säuren chemisch zu verbinden, nicht aus ihren Salzen vermittelst anderer Säuren rein abgeschieden werden kann. Das Fluorchrom wird erhalten durch Destillation eines Gemenges von Flufsspath und chromsaurem Kali mit rauchender Schwefelsäure in einer Retorte von Blei oder Platin.

Das Chrom ist 1797 von Vauquelin im Rothbleierz entdeckt worden.

27. Antimon.

Vorkommen. Selten gediegen; am häufigsten als Schwefelantimon (Grauspiefsglanzerz).

Gewinnung. Ein grofser Theil des Antimons wird durch Aussaigerung aus dem Grauspiefsglanzerz als Schwefelantimon (Antimonium crudum) gewonnen, und kommt als solches in den Handel. Um daraus reines Antimon zu erhalten, wird es geröstet, und das vom Schwefel befreite oxydirte Antimon durch gelindes Schmelzen mit Kohle und Pottasche in Tiegeln reducirt. Oder man schmilzt 100 Th. Schwefelantimon mit 42 Th. Eisen, 10 Th. wasserfreiem kohlensauren Natron und 2 Th. Kohlenpulver. Da das meiste Antimon arsenikhaltig ist, so mufs es, wenn es zur Darstellung pharmaceutischer Präparate angewendet werden soll, zuvor vom Arsenik befreit werden. Diefs geschieht durch Schmelzen von 1 Th. gepulvertem Antimon mit $1\frac{1}{4}$ Th. Salpeter und $\frac{1}{2}$ Th. kohlensaurem Natron. Hierdurch entsteht antimonsaures und arseniksaures Alkali. Die geglühte Masse wird mit Wasser ausgekocht, welches das arseniksaure Alkali auflöst und das antimonsaure ungelöst läfst. Dieses wird nach dem Auswaschen und Trocknen durch Glühen mit Kohle reducirt.

Eigenschaften. Zinnweifs; stark glänzend, von blättrigem, sehr krystallinischem Gefüge; sehr spröde und leicht zu pulvern. Spec. Gewicht 6,7. Leicht schmelzbar.

Oxyde. Das Antimon hat ein basisches Oxyd und 2 Säuren; die Sauerstoffmengen verhalten sich darin wie 3, 4 und 5.

Digitized by Google

a) ***Antimonoxyd***, $\dot{\ddot{S}}b$. Findet sich natürlich als ***Weifsspiefsglanzerz***. An der Luft glühend geschmolzen, raucht das Antimon sehr stark, indem es zu Oxyd verbrennt, welches sich in glänzenden prismatischen und octaëdrischen Krystallen sublimirt. Das Oxyd entsteht ferner durch Einwirkung heifser Säuren auf das Metall. — Weifses Pulver oder weifse, stark glänzende Krystalle, leicht schmelzbar und krystallinisch erstarrend; in stärkerer Hitze flüchtig; in Wasser unlöslich. In Salpetersäure unlöslich, löslich in Chlorwasserstoffsäure.

Die ***Antimonoxydsalze*** schmecken schwach metallisch und bewirken Erbrechen; durch Wasser werden die meisten getrübt, indem es sie in basische und saure Salze zersetzt. Alkalien fällen daraus weifses Oxyd, Zink und Eisen metallisches Antimon als schwarzes Pulver, Schwefelwasserstoffgas gelbrothes Schwefelantimon.

b) ***Antimonige Säure***, $\dot{S}b$. Weifses, unschmelzbares, nicht flüchtiges Pulver; in Wasser unlöslich. Wird erhalten durch Rösten von Schwefelantimon oder Glühen von Antimonsäure.

c) ***Antimonsäure***, $\dot{\ddot{S}}b$. Blafsgelbes, geschmackloses Pulver. Wird in der Glühhitze zu antimoniger Säure. Treibt nur beim Erhitzen die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien aus. Entsteht durch Verbrennung von Antimon mit Salpeter, oder durch Zersetzung des Antimonsuperchlorids mit Wasser. Die niederfallende Säure ist auch nach dem Trocknen weifs und wasserhaltig, verliert aber bei gelindem Erhitzen das Wasser. Mehrere antimonsaure Salze werden beim Erhitzen plötzlich vorübergehend glühend, ohne Gewichtsveränderung, und werden nachher nicht mehr von Säuren zersetzt.

Antimonwasserstoffgas. Entsteht, wenn man Zink in Chlorwasserstoffsäure auflöst, die Antimonchlorür enthält. Brennt mit weifser, rauchender Flamme; durch eine glühende Röhre geleitet, setzt es das Antimon als glänzenden Metallspiegel ab.

Schwefelantimon. *a*) Durch Zusammenschmelzen von Antimon mit Schwefel entsteht dieselbe Verbindung, welche

Digitized by Google

das natürliche *Grauspiefsglanzerz*, oder das daraus ausgeschmolzene rohe *Spiefsglanz* (Antimonium crudum) ist; sie entspricht dem Oxyd, $=\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$. Bleigrau; glänzende Krystalle oder grofsstrahlige krystallinische Masse; spröde, leicht schmelzbar, in stärkerer Hitze destillirbar. Wird beim Schmelzen in Wasserstoffgas zu reinem Metall reducirt.

Auf nassem Wege dargestellt, ist dieses Schwefelantimon ein rothgelbes Pulver, welches niederfällt, wenn Schwefelwasserstoffgas durch ein aufgelöstes Antimonoxydsalz geleitet wird. Schmilzt man 1 Th. kohlensaures Kali mit $2\frac{2}{3}$ Th. gepulvertem Schwefelantimon zusammen, löst die Masse in kochendem Wasser auf und filtrirt kochend, oder kocht man fein geriebenes Schwefelantimon mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron, so setzt die Flüssigkeit beim Erkalten ein rothbraunes Pulver ab, welches als Arzneimittel angewendet wird und unter dem Namen *Kermes minerale* bekannt ist. Diefs ist eine Verbindung von Schwefelantimon mit einer kleinen Menge Schwefelkalium, und enthält aufserdem stets Antimonoxyd-Kali.

Wird Schwefelantimon nicht ganz vollständig geröstet, und die Masse darauf geschmolzen, so erhält man eine dunkelroth durchscheinende, glasige Substanz, das *Spiefsglanzglas* (Vitrum antimonii), das eine Verbindung von Schwefelantimon mit Antimonoxyd ist. Pulverförmig und von rostgelber Farbe wird dieselbe erhalten, wenn ein Gemenge von gleichen Theilen Schwefelantimon und Salpeter abgebrannt, und die Masse nachher mit Wasser ausgelaugt wird. In der Pharmacie heifst diese Verbindung *Spiefsglanzsaffran* (Crocus antimonii). Sie kommt als Mineral (*Rothspiefsglanzerz*) in rothen, durchscheinenden Krystallen vor, und besteht aus 1 At. Antimonoxyd und 2 At. Schwefelantimon.

b) $\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, oder das der Antimonsäure entsprechende Schwefelantimon, ist der sogenannte *Goldschwefel* (*Sulphur auratum*). Pomeranzengelbes Pulver; zerfällt in der Hitze in Schwefel und erstes Schwefelantimon. Wird erhalten wie der Kermes, nur dafs dem Gemenge noch

Digitized by Google

Schwefel zugesetzt, und aus der Auflösung der Masse in Wasser das Schwefelantimon durch Zusatz von Schwefelsäure gefällt wird.

Die beiden Schwefelantimone sind Sulfide, und bilden mit basischen Schwefelmetallen Salze. So bildet z. B. das dem Oxyd proportionale Sulfid mit Schwefelnatrium ein in schönen, farblosen Krystallen anschiefsendes Salz, $=\dot{Na}\,\dddot{Sb}$. Man erhält es durch Schmelzen von 4 Schwefelantimon mit 8 trocknem Glaubersalz und 2 Kohle, Auflösen der Masse in wenigem kochendheifsen Wasser und Krystallisiren. Seine Auflösung läfst bei Zusatz von Säuren feuerrothes Schwefelantimon fallen. Das der Säure proportionale Sulfid bildet ein ähnliches krystallisirtes Salz, welches entsteht, wenn man ein Gemenge von 6 Th kohlensaurem Natron, $3\frac{1}{2}$ Th. Schwefel, 6 Th. Schwefelantimon und $\frac{3}{4}$ Th. Kohle auf die eben angegebene Art behandelt. Die Auflösung dieses Salzes läfst bei Zusatz von Säuren Sulphur auratum fallen. Mehrere solcher Antimonschwefelsalze kommen natürlich und krystallisirt vor, z. B. das *dunkle Rothgiltigerz*, $=\dot{Ag}^3\,\dddot{Sb}$, die *Fahlerze* u. s. w.

Chlorantimon. Das *Chlorür*, $Sb\,Cl^3$, ist eine farblose, feste, krystallinische Substanz, bei gelindem Erwärmen zu einem Oel schmelzend, bei stärkerem Erhitzen überdestillirend. Es zersetzt sich mit Wasser in ein niederfallendes weifses Pulver (*Algarothpulver*), eine Verbindung von Oxyd mit Chlorür, und in eine Auflösung von Chlorür in Salzsäure. Letztere erhält man concentrirt als eine gelbliche, schwere, rauchende Flüssigkeit, durch Destillation von Spiefsglanzglas mit Kochsalz und Schwefelsäure. Sie dient zum Brüniren von Eisenwaaren, z. B. Flintenläufen.

Das *Antimonsuperchlorid*, $Sb\,Cl^5$, ist eine farblose, flüchtige, stark rauchende Flüssigkeit; zersetzt sich mit Wasser unter starker Erhitzung in Salzsäure und Antimonsäure. Es entsteht, wenn Antimon in Chlorgas verbrennt.

Legirungen. — *Antimonkalium*; leicht zu erhalten durch Schmelzen von Weinstein mit Antimon. Bleigrau, weich, entwickelt in Wasser rasch Wasserstoffgas, unter Zurücklassung von reinem Antimon. — Aus Antimon und

Digitized by Google

Blei bestehen die Buchdruckerlettern. — *Antimonzinn* wird zu Knöpfen, Löffeln etc. verarbeitet.

Die meisten Antimon-Verbindungen wirken brechenerregend; mehrere sind als Arzneimittel von Wichtigkeit, namentlich der Mineralkermes, der Goldschwefel u. a.

28. Tellur.

Vorkommen. Sehr selten; gediegen und in Verbindung mit Metallen im Blättererz, Schrifterz, Tellurwismuth, Tellursilber etc.

Eigenschaften. In Farbe, Glanz, Gefüge und Gewicht sehr ähnlich dem Antimon. An der Luft geschmolzen, entzündet es sich und verbrennt mit blauer Flamme zu weifser, leicht schmelzbarer *telluriger Säure*, die aus 1 At. Tellur und 2 At. Sauerstoff besteht. In Salzsäure löslich; die Auflösung wird durch Wasser milchig; schweflige Säure fällt daraus metallisches Tellur als grauschwarzes Pulver. Die *Tellursäure*, =1 At. Tellur und 3 At. Sauerstoff, zeigt sich in 2 Modificationen, von denen die eine krystallisirbar und in Wasser löslich ist, die andere eine gelbe, unlösliche Masse bildet.

Mit *Waeserstoff* bildet das Tellur ein farbloses, in Geruch und anderen Eigenschaften dem Schwefelwasserstoff ähnliches Gas. Es wird auf ähnliche Weise, wie letzteres, gebildet. Es verbindet sich mit basischen Tellurmetallen zu Salzen, es ist also ein Tellurid.

Die Tellurmetalle sind, gleich den Schwefelmetallen, entweder Tellurbasen oder Telluride. — Das *Tellurkalium* ist rothbraun, krystallinisch und in Wasser mit tief purpurrother Farbe auflöslich. An der Luft läfst die Auflösung sehr schnell alles Tellur als ein graues Metallpulver fallen. Auf diese Eigenschaften des Tellurkaliums gründet sich eine leichte Darstellungsweise des Tellurs aus Tellurwismuth, dem häufigsten Tellurerz. Man schmilzt es mit kohlensaurem Kali und Kohle. Hierdurch erhält man metallisches Wismuth und Tellurkalium, welches man in Wasser auflöst.

1782 von Müller v. Reichenstein entdeckt.

Digitized by Google

29. Selen.

Vorkommen. Sehr selten; in Verbindung mit mehreren Metallen, besonders Blei; auch in manchen Schwefelkiesen, daher in manchem Schwefel, mancher Schwefelsäure und dem Bodenschlamm der Bleihäuser von Schwefelsäure-Fabriken.

Eigenschaften. Im geschmolzenen Zustande schwarz, halb metallisch glänzend, in dünnen Lagen mit rother Farbe durchscheinend; spröde, von muschligem, glänzendem Bruch; 4,3 spec. Gewicht; leitet nicht die Electricität. Aus der Auflösung der selenigen Säure durch schweflige Säure reducirt, fällt es als zinnoberrothes Pulver nieder. Bei etwas über 100° schmelzbar; noch unter der Glühhitze sich als gelbes Gas verflüchtigend.

An der Luft erhitzt, verbrennt das Selen mit röthlichblauer Flamme und Verbreitung eines durchdringenden Geruchs nach faulem Rettig, wodurch schon höchst geringe Mengen zu erkennen sind. In seinen Verbindungen hat es die gröfste Aehnlichkeit mit dem Schwefel, mit dem es in den meisten Beziehungen ein Paar ausmacht.

Mit Sauerstoff bildet es eine krystallisirbare flüchtige *selenige Säure*, proportional zusammengesetzt der schwefligen Säure, und eine *Selensäure*, welche in wasserhaltigem Zustand eine, der concentrirten Schwefelsäure sehr ähnliche, saure und schwere Flüssigkeit bildet, und, gleich dieser, aus 1 Atom Selen und 3 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt ist. Die Selensäure wird weder durch schweflige Säure reducirt, noch durch Schwefelwasserstoff gelb gefällt, wie es mit der selenigen Säure der Fall ist. Mit Chlorwasserstoffsäure gekocht, entwickelt sie Chlor und verwandelt sich in selenige Säure. Mit Baryterde giebt sie, gleich der Schwefelsäure, ein in Wasser und Säuren unlösliches Salz. Die selensauren Salze krystallisiren in denselben Formen, wie die entsprechenden schwefelsauren, und sind von diesen im Aeufseren kaum zu unterscheiden.

Selenwasserstoff ist ein farbloses, dem Schwefelwasserstoff ähnlich riechendes, giftiges Gas. Es verbindet sich

Digitized by Google

mit den alkalischen Selenmetallen, und ist also ein Selenid. *Selenkalium* ist, gleich dem Schwefelkalium, in Wasser löslich.

1817 von Berzelius entdeckt.

30. Arsenik.

Vorkommen. Gediegen; als arsenige und Arseniksäure; als Schwefelarsenik; in Verbindung mit vielen Metallen.

Darstellung. Im Grofsen durch Destillation des Arsenikkieses, einer häufig vorkommenden, metallischen Verbindung von Schwefeleisen mit Arsenikeisen. Das Arsenik sublimirt sich und Schwefeleisen bleibt zurück. Kommt im Handel unter dem unrichtigen Namen *Cobaltum* vor.

Eigenschaften. Hell bleigrau, stark glänzend, von blättrig krystallinischem Gefüge, 5,7 spec. Gewicht; spröde. Verflüchtigt sich schon bei 180°, ohne zu schmelzen; sein Dampf riecht eigenthümlich knoblauchartig. — In seinen Verbindungsverhältnissen höchst ähnlich dem Phosphor.

Arsenik und Sauerstoff. 2 Säuren. In der Luft läuft es bald an und wird schwarz. In der Luft erhitzt, bildet es weifse Dämpfe von arseniger Säure; bei stärkerem Erhitzen verbrennt es mit blauer Flamme.

a) Arsenige Säure (Arsenik, weifser Arsenik, Rattengift). Wird im Grofsen gewonnen durch Rösten arsenikhaltiger Erze, besonders des Arsenikkieses und Speifskobalts. Die Dämpfe der sich bildenden arsenigen Säure werden in langen, horizontalen Rauchfängen, den *Giftfängen*, als *Giftmehl* verdichtet, welches nachher durch Sublimation in eisernen Gefäfsen als *weifses Arsenikglas* erhalten wird. — Als Giftmehl ist die arsenige Säure ein weifses schweres Pulver; als Arsenikglas eine glasartige, anfangs durchsichtige, später undurchsichtig und weifs werdende, schwere Masse, flüchtiger als das Metall und in Krystallen sublimirend. Ihr Dampf ist ohne Geruch. Durch Kohle sehr leicht reducirbar. Höchst giftig. Gegengift ist das Eisenoxydhydrat. Besteht aus 2 Atomen Arsenik und 3 At. Sauerstoff, $=\dot{A}s$.

In Wasser nur sehr langsam auflöslich; aus der kochend-

chendheifs gesättigten Lösung, welche $\frac{1}{12}$ ihres Gewichts arseniger Säure enthält, krystallisirt beim Erkalten ein Theil in Octaëdern heraus, und es bleibt nur $\frac{1}{20}$ aufgelöst. Aus der farblosen Auflösung wird, nach Zusatz von Salzsäure, durch Schwefelwasserstoff alles Arsenik als gelbes Schwefelarsenik niedergeschlagen.

Die arsenige Säure ist nur eine schwache Säure. Ihre Salze entwickeln beim Erhitzen arsenige Säure, oder auch metallisches Arsenik, unter Zurücklassung von arseniksaurem Salz. Mit überschüssigem Kalkwasser giebt die Auflösung der arsenigen Säure einen weifsen Niederschlag von arsenigsaurer Kalkerde, die beim Glühen mit Kohle oder oxalsaurer Kalkerde ein Sublimat von metallischem Arsenik giebt. Ein als schöne grüne Farbe angewandtes Salz ist das *arsenigsaure Kupferoxyd*, bekannt unter dem Namen *Scheele's Grün*; es wird erhalten durch Fällung einer Kupfervitriollösung mit arsenigsaurem Kali. Das sehr schöne, aber giftige *Schweinfurter Grün* (auch Wiener oder Mineral-Grün) besteht aus arsenigsaurem und essigsaurem Kupferoxyd, wird erhalten durch Vermischen der kochendheifsen Auflösungen von arseniger Säure und essigsaurem Kupferoxyd, und längeres Kochen des Niederschlages mit der Flüssigkeit.

b) *Arseniksäure.* Farblose, glasartige, in schwacher Glühhitze schmelzbare Masse; zerfliefst an der Luft zu einer sauren Auflösung. Zersetzt sich in stärkerer Hitze in arsenige Säure und Sauerstoffgas. Schwefelwasserstoff fällt aus ihrer Auflösung nur langsam gelbes Schwefelarsenik, sogleich aber nach vorhergegangenem Kochen mit schwefliger Säure, weil die Arseniksäure dadurch zu arseniger Säure reducirt wird. Höchst giftig. Besteht aus 2 At. Arsenik und 5 At. Sauerstoff. $=\dot{A}s$.

Arseniksaure Salze. Die meisten sind feuerbeständig. Mit Kohle geglüht, geben sie zum Theil metallisches Arsenik. Die aufgelösten geben mit Kalk- und Bleisalzen einen weifsen Niederschlag, der, vor'm Löthrohr auf der Kohle geglüht, nach Arsenik riecht. Mit Silbersalzen geben sie einen braunen Niederschlag $=\dot{A}g^3\dot{A}s$. Die kry-

stallisirbaren haben dieselbe Form, wie die entsprechenden phosphorsauren Salze. Das *zweifach arseniksaure Kali*, $\dot{K}\ddot{A}s$, krystallisirt mit derselben Proportion Krystallwasser in derselben Form, wie das entsprechende phosphorsaure Salz; farblose, luftbeständige, prismatische Krystalle. Wird in der Färberei gebraucht, und zu diesem Endzweck durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen arseniger Säure und Salpeter erhalten.

Natürlich vorkommende arseniksaure Salze sind: *arseniksaures Eisen* (Skorodit und Würfelerz) findet sich in grünen Krystallen; *arseniksaures Nickeloxyd* (Nickelblüthe) apfelgrün; *arseniksaures Kobaltoxyd* (Kobaltblüthe) pfirsichblüthroth; *arseniksaures Kupferoxyd* (Olivenerz, Linsenerz, Kupferglimmer) in blauen und grünen Krystallen; *arseniksaures Bleioxyd* in Verbindung mit *Chlorblei*, in gelben Krystallen.

Arsenikwasserstoff. Farbloses, knoblauchartig riechendes Gas; im höchsten Grade giftig. Wie Phosphorwasserstoffgas zusammengesetzt. Entsteht durch Auflösung von Zink in Salzsäure, welche arsenige Säure aufgelöst enthält. Durch eine glühende Röhre geleitet, setzt es das Arsenik als glänzenden Metallspiegel ab.

Schwefelarsenik. *a*) *Rothes Schwefelarsenik* (Realgar, Rubinschwefel), $\ddot{A}s$. Findet sich als Mineral krystallisirt in gelbrothen, durchscheinenden Krystallen. Das künstlich dargestellte bildet eine dunkelrothe, durchscheinende, glasige Masse von glänzendem, muschligem Bruch. Leicht schmelzbar und flüchtig. Wird im Grofsen erhalten durch Destillation von Arsenikkies mit Schwefelkies. Wird als Farbe und zur Mischung des Weifsfeuers (für Feuerwerke und Signalfeuer) gebraucht. — *b*) *Gelbes Schwefelarsenik* (Auripigment, Operment, Rauschgelb), $=\dddot{A}s$. Das natürliche bildet blättrige, sehr spaltbare, glänzende, durchscheinende Massen von schön gelber Farbe. Wird im Grofsen erhalten durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit arseniger Säure, enthält aber dann stets von letzterer eingeschmolzen. Durch Schwefelwasserstoff gefällt, ist es ein schön citrongelbes Pulver; leicht schmelzbar und sublimir-

Digitized by Google

bar. Verbrennt, wie das vorhergehende, beim Erhitzen an der Luft mit Flamme. Giebt beim Erhitzen mit oxalsaurem Kalk oder mit kohlensaurem Natron und Kohle metallisches Arsenik. Ist in seiner Zusammensetzung der arsenigen Säure proportional. Wird als gelbe Farbe gebraucht.

— c) $As^{'''}$ oder das der Arseniksäure entsprechende Schwefelarsenik entsteht durch Zersetzung der ersteren mit Schwefelwasserstoff. Es ist ein, dem vorhergehenden ähnliches, gelbes Pulver.

Alle 3 Schwefelarsenik sind Sulfide *) und vereinigen sich mit basischen Schwefelmetallen zu Schwefelsalzen. Daher sind Auripigment und das dritte Schwefelarsenik, sowohl in kaustischen Alkalien als alkalischen Schwefelmetallen, leicht löslich, woraus sie durch Säuren wieder gefällt werden. Kalium- und Natrium-Sulfarseniat entstehen durch Zersetzung von arseniksaurem Kali oder Natron mit Schwefelwasserstoffgas. Viele vom arsenigen Sulfid gebildete Schwefelsalze kommen natürlich und krystallisirt vor, z. B. das *lichte Rothgiltigerz* (Silber-Sulfarsenit), viele *Fahlerze* und *Schwarzerze* (Schwefelsalze mit Schwefelblei, Schwefelkupfer und Schwefelsilber zur Basis). Künstlich kann man dergleichen Schwefelsalze erhalten durch Fällung von Metall-Sauerstoffsalzen mit den aufgelösten Sulfarseniaten der Alkalien.

Chlor- und *Brom-Arsenik.* Arsenik entzündet sich bei gewöhnlicher Temperatur in Chlorgas oder in Berührung mit Brom. Das Chlorarsenik ist eine wasserklare, schwere, rauchende Flüssigkeit. Das Bromarsenik ist fest, krystallinisch, bei $+20°$ flüssig. Beide Verbindungen sind der arsenigen Säure proportional.

Arsenikmetalle. Das Arsenik vereinigt sich mit den Metallen leicht, und in der Regel in solchem bestimmten Verhältnisse, dafs bei der Oxydation der Verbindung ein neutrales arseniksaures Salz entsteht. Die geschmeidigen

*) Man kann sie durch die Namen unterarseniges Sulfid, arseniges Sulfid und Arseniksulfid unterscheiden.

Digitized by Google

Metalle werden dadurch spröde, und die schwerflüssigen leichtflüssiger. *Arsenikkupfer* (weifses Kupfer) ist weifs, spröde. *Arsenikhaltiges Blei* wird zum Schrotgiefsen gebraucht. *Arsenikplatin* ist leicht schmelzbar. Natürlich vorkommende Arsenikmetalle sind: *Arseniknickel* (Kupfernickel), $NiAs^2$, blafskupferroth; *Arsenikkobalt* (Speifskobalt), $CoAs^2$, zinnweifs, oft krystallisirt. *Arsenikeisen + Schwefeleisen* (Arsenikkies), $FeS^2 + FeAs^2$, silberweifs, häufig krystallisirt; *Arsenikkobalt + Schwefelkobalt* (Glanzkobalt), $CoS^2 + CoAs^2$, röthlich silberweifs, stark glänzend, krystallisirt.

Schwefelarsenik und arsenige Säure sind schon seit den ältesten Zeiten bekannt.

Digitized by Google

Atomgewichts-Tafeln *).

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Ammoniak	NH^3	107,24
—	$\dot{N}H^3$	214,47
Ammonium	NH^4	113,48
—	$\dot{N}H^4$	226,95
Ammoniumoxyd	$\dot{N}H^4 = \dot{N}H^3 + \dot{H}$	326,95
Antimonsäure	$\ddot{S}b$	2112,90
Antimonoxyd	$\ddot{S}b$	1912,90
Arsenige Säure	$\ddot{A}s$	1240,08
Arseniksäure	$\ddot{A}s$	1440,08
Arseniksaures Kali	$K^2\ddot{A}s$	2619,92
— zweifach	$K\ddot{A}s + 2\dot{H}$	2254,96
Baryterde	$\dot{B}a$	956,88
— Hydrat	$\dot{B}a\dot{H}$	1069,36
Bittererde	$\dot{M}g$	258,35
Bleioxyd	$\dot{P}b$	1394,50
Mennige	$\dot{P}b^2 + \dot{P}b$	4283,50
Superoxyd . . .	$\dot{P}b$	1494,50
Borsäure	$\ddot{B}$	436,20
— krystallisirte . .	$\ddot{B} + 3\dot{H}$	773,64
Borsaures Natron (Borax)	$Na\ddot{B}^2 + 10\dot{H}$	2388,10

*) Die Atomgewichte der einfachen Körper siehe S. 24.

Digitized by Google

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Chlorammonium	$\dot{N}H^4\,\dot{C}l$	669,61
Chlorbarium	$Ba\,\dot{C}l$	1299,53
— krystallisirt .	$Ba\,\dot{C}l + 2\dot{H}$	1524,49
Chlorblei	$Pb\,\dot{C}l$	1737,15
Chlorcalcium	$Ca\,\dot{C}l$	698,67
Chloreisen, Chlorür	$Fe\,\dot{C}l$	781,86
— Chlorid	$Fe\,\dot{C}l^3$	2006,36
Chlorkalium	$K\,\dot{C}l$	932,57
Chlorkupfer, Chlorür . . .	$\dot{C}u\,\dot{C}l$	1234,04
— Chlorid . . .	$Cu\,\dot{C}l$	838,34
Chlormagnesium	$Mg\,\dot{C}l$	601,00
Chlornatrium	$Na\,\dot{C}l$	733,55
Chlorplatin	$Pt\,\dot{C}l^3$	2118,80
Chlorplatinkalium	$K\,\dot{C}l + Pt\,\dot{C}l^3$	3051,37
Chlorquecksilber, Chlorür	$Hg\,\dot{C}l$	2974,30
— Chlorid	$Hg\,\dot{C}l$	1708,47
Chlorsäure	$\ddot{\dot{C}}l$	942,65
Chlorsaures Kali	$\dot{K}\,\ddot{\dot{C}}l$	1532,56
Ueberchlorsäure	$\dddot{\dot{C}}l$	1142,65
Ueberchlorsaures Kali . .	$\dot{K}\,\dddot{\dot{C}}l$	1732,56
Chlorsilber	$Ag\,\dot{C}l$	1794,26
Chlorwasserstoffsäure . . .	$\dot{H}\,\dot{C}l$	455,13
Chlorzinn, Chlorid	$Sn\,\dot{C}l^2$	1620,59
— Chlorür	$Sn\,\dot{C}l$	1177,94
— — krystall.	$Sn\,\dot{C}l + \dot{H}$	1290,42
Chromoxyd	$\ddot{C}r$	1003,63
Chromsäure	$\ddot{C}r$	651,81
Chromsaures Bleioxyd . .	$\dot{P}b\,\ddot{C}r$	2056,31

Digitized by Google

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Chromsaures Kali	$\dot{K}\ddot{\ddot{C}}r$	1241,73
— — zweifach	$\dot{K}\ddot{\ddot{C}}r^2$	1893,55
Chromsaures Quecksilberoxydul	$\dot{H}g\ddot{\ddot{C}}r$	3283,46
Cyan	$\overline{C}y=N\overline{C}$	329,91
Cyaneisenkalium, krystall.	$2K\overline{C}y+Fe\overline{C}y+3\dot{H}$	2646,21
— rothes .	$3K\overline{C}y+Fe\overline{C}y^3$	4127,64
Cyaneisen, Cyanür	$Fe\overline{C}y$	669,12
— Cyanid	$Fe\overline{C}y^3$	1668,15
— Berlinerblau .	$2Fe\overline{C}y^3+3Fe\overline{C}y$	5343,69
Cyankalium	$K\overline{C}y$	819,82
Cyannatrium	$Na\overline{C}y$	620,80
Cyanquecksilber	$Hg\overline{C}y$	1595,73
Cyanwasserstoffsäure . . .	$\overline{H}\overline{C}y$	342,39
Eisenoxyd	$\ddot{F}e$	978,41
Eisenoxydul	$\dot{F}e$	439,21
Eisenoxyd-Oxydul	$\dot{F}e\ddot{F}e$	1417,61
Fluorcalcium	CaF	489,81
Fluorkalium	KF	723,71
Fluorkiesel	SiF^3	978,71
Fluorkieselkalium	$3KF+2SiF^3$	4128,90
Fluorkieselwasserstoffsäure	$3HF+2SiF^3$	2696,37
Fluornatrium	NaF	524,69
Fluorwasserstoffsäure . . .	$\overline{H}F$	246,28
Jodkalium	KI	2069,42
Jodnatrium	NaI	1870,39
Jodquecksilber	HgI	2845,32
Jodwasserstoffsäure	$\overline{H}I$	1591,98
Kali	$\overline{K}$	589,92

Digitized by Google

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Kalihydrat	$\dot{K}\dot{H}$	702,40
Kalkerde	$\dot{C}a$	356,02
Kieselsäure	$\dddot{S}i$	577,31
Kohlensäure	$\ddot{C}$	276,44
Kohlensaures Ammoniak, Anderthalb	$2\dot{N}\dot{H}^4+\ddot{C}^3$	1483,22
Kohlens. Ammk., zweifach	$\dot{N}\dot{H}^4\ddot{C}^2+2\dot{H}$	1104,79
Kohlensaure Baryterde . .	$\dot{B}a\ddot{C}$	1233,32
Khls. Bittererde (Magnesia)	$\dot{M}g\dot{H}+3\dot{M}g\ddot{C}\dot{H}$	1759,77
Kohlensaures Bleioxyd . .	$\dot{P}b\ddot{C}$	1670,94
Kohlensaures Kali	$\dot{K}\ddot{C}$	866,35
— zweifach, kryst.	$\dot{K}\ddot{C}^2+\dot{H}$	1255,27
Kohlensaure Kalkerde . .	$\dot{C}a\ddot{C}$	632,46
Kohlensaures Kupferoxyd, basisch	$\dot{C}u^2\ddot{C}+\dot{H}$	1380,31
Kohlens. Natron	$\dot{N}a\ddot{C}$	667,34
— — krystall.	$\dot{N}a\ddot{C}+10\dot{H}$	1792,13
— zweifach, kryst.	$\dot{N}a\ddot{C}^2+2\dot{H}$	1168,73
Kohlenoxyd	$\dot{C}$	176,44
Kobaltoxyd	$\dot{C}o$	468,99
Kupferoxyd	$\dot{C}u$	495,70
Kupferoxydul	$\dot{C}u$	891,39
Manganoxyd	$\dddot{M}$	991,77
Manganoxydul	$\dot{M}n$	445,89
Manganoxyd-Oxydul . . .	$\dot{M}n$ n	1437,66
Mangansuperoxyd	$\ddot{M}n$	545,89
Mangansäure	$\ddot{M}n$	645,89
Uebermangansäure	$\ddddot{M}n$	1391,77
Natron	$\dot{N}a$	390,90

Digitized by Google

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Natronhydrat	$\dot{N}a\dot{H}$	503,38
Nickeloxyd	$\dot{N}i$	469,68
Oxalsäure	$\ddot{C}$	452,87
— krystallisirte . .	$\ddot{C}+3\dot{H}$	790,31
Oxalsaures Bleioxyd . . .	$\dot{P}b\ddot{C}$	1847,37
Oxalsaures Kali, zweifach	$\dot{K}\ddot{C}^2+2\dot{H}$	1720,63
Oxalsaure Kalkerde	$\dot{C}a\ddot{C}$	808,89
Phosphorsäure	$\ddot{P}$	892,28
Phosphorsaure Bittererde .	$\dot{M}g^3\ddot{P}$	1408,99
Phosphorsaures Bleioxyd .	$\dot{P}b^3\ddot{P}$	3681,28
[c]Phosphorsaures Natron .	$(\dot{N}a^2+\dot{H})+\ddot{P}+24\dot{H}$	4486,07
[b]Phosphorsaures Natron .	$\dot{N}a^3\ddot{P}+10\dot{H}$	2798,88
Phosphors. Natron-Lithion	$\dot{N}a^2\ddot{P}+\dot{L}^2\ddot{P}$	2927,03
Quecksilberoxyd	$\dot{H}g$	1365,82
Quecksilberoxydul	$\dot{H}g$	2631,65
Salpetersäure	$\ddot{N}$	677,04
— von 1,521 spec. Gew.	$\dot{H}\ddot{N}$	789,52
— von 1,40 spec. Gew.	$\dot{H}^5\ddot{N}$	1239,44
Salpetersaure Baryterde .	$\dot{B}a\ddot{N}$	1633,92
Salpetersaures Bleioxyd .	$\dot{P}b\ddot{N}$	2071,53
Salpetersaures Kali	$\dot{K}\ddot{N}$	1266,95
Salpetersaures Natron . . .	$\dot{N}a\ddot{N}$	1067,93
Salpetersaures Silberoxyd .	$\dot{A}g\ddot{N}$	2128,64
Schwefelantimon	$\dddot{S}b$	2216,40
Schwefelarsenik, Realgar .	$\ddot{\dot{A}}s$	1342,41
— Auripigment	$\dddot{A}s$	1543,58
— A. Sulfid . .	$\dddot{A}s$	1945,91
Schwefelblei	$\dot{P}b$	1495,66

Digitized by Google

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Schwefelcyan	$\overset{''}{C}y$	732,24
Schwefelcyankalium . . .	$K\overset{''}{C}y$	1222,16
Schwefeleisen	$\overset{'}{F}e$	540,37
— zweifach . .	$\overset{''}{F}e$	741,54
Schwefelkalium	$\overset{'}{K}$	691,08
— fünffach .	$K+5S$	1495,74
Schwefelkupfer	$\overset{'}{C}u$	992,56
— zweifach .	$\overset{'}{C}u$	596,86
Schwefelnatrium	$\overset{'}{N}a$	492,06
Schwefelquecksilber	$\overset{'}{H}g$	1466,99
Schwefelsäure	$\ddot{S}$	501,16
— von 1,85 sp. G.	$\dot{H}\ddot{S}$	613,64
— von 1,78 sp. G.	$\dot{H}^2\ddot{S}$	726,12
— v. 1,632 sp. G.	$\dot{H}^3\ddot{S}$	838,60
Schwefelsaures Ammoniak	$\dot{N}H^4\ddot{S}+\dot{H}$	940,60
Schwefelsaure Baryterde .	$\dot{B}a\ddot{S}$	1458,05
Schwefelsaure Bittererde .	$\dot{M}g\ddot{S}+7\dot{H}$	1546,87
Schwefelsaures Bleioxyd .	$\dot{P}b\ddot{S}$	1895,66
Schwefelsaur. Eisenoxydul	$\dot{F}e\ddot{S}+6\dot{H}$	1615,25
Schwefelsaures Kali . . .	$\dot{K}\ddot{S}$	1091,08
— zweifach	$\dot{K}\ddot{S}^2$	1592,25
Schwefelsaure Kalkerde .	$\dot{C}a\ddot{S}+2\dot{H}$	1082,14
Schwefelsaures Kobaltoxyd	$\dot{C}o\ddot{S}+6\dot{H}$	1645,03
Schwefelsaures Kupferoxyd	$\dot{C}u\ddot{S}+5\dot{H}$	1559,26
Schwefels. Manganoxydul .	$\dot{M}n\ddot{S}+5\dot{H}$	1509,45
Schwefelsaures Natron . .	$\dot{N}a\ddot{S}+10\dot{H}$	2016,86
Schwefelsaures Nickeloxyd	$\dot{N}i\ddot{S}+7\dot{H}$	1758,20
Schwefelsaure Thonerde .	$\dot{A}l\ddot{S}^3$	2145,83
Schwefels. Kali-Thonerde	$\dot{K}\ddot{S}+\dot{A}l\ddot{S}^3+24\dot{H}$	5936,43

Digitized by Google

Name.	Formel.	Atomgewicht.
Schwefelsaures Silberoxyd	$\dot{A}g\ddot{S}$	1952,77
Schwefelsaures Zinkoxyd	$\dot{Z}n\ddot{S}+7\dot{H}$	1791,75
Schwefelsilber	$\dot{A}g$	1552,77
Schwefelwasserstoff	$\dot{H}$	213,65
Silberoxyd	$\dot{A}g$	1451,61
Thonerde	$\dddot{A}l$	642,33
Uranoxyd	$\ddot{U}$	5722,72
Uranoxydul	$\dot{U}$	2811,36
Wasser	$\dot{H}$	112,48
—	$\dot{H}^2$	224,96
—	$\dot{H}^3$	337,44
—	$\dot{H}^4$	449,92
—	$\dot{H}^5$	562,40
Wolframsäure	$\ddot{W}$	1483,00
Zinnoxyd	$\dot{S}n$	935,29
Zinnoxydul	$\dot{S}n$	835,29

Digitized by Google

Gedruckt bei A. W. Schade.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google